



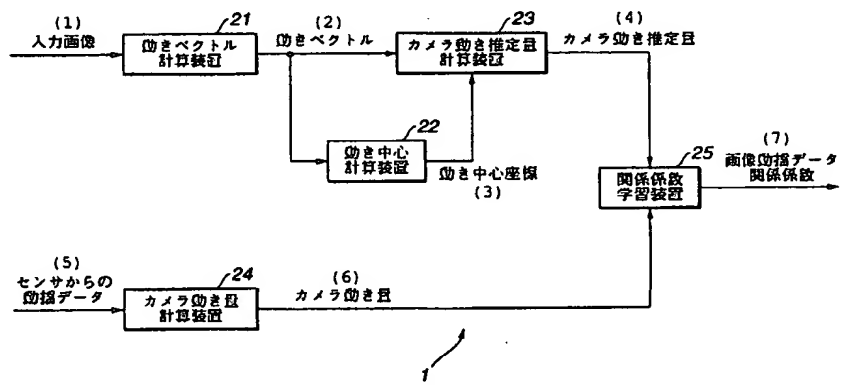
(51) 国際特許分類7 G06T 7/20, G09B 9/00, H04N 7/18	A1	(11) 国際公開番号 WO00/68886
		(43) 国際公開日 2000年11月16日(16.11.00)
(21) 国際出願番号 PCT/JP00/03039	(81) 指定国 CN, JP, KR, US	
(22) 国際出願日 2000年5月11日(11.05.00)	添付公開書類 国際調査報告書	
(30) 優先権データ 特願平11/129918 1999年5月11日(11.05.99) JP		
(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) ソニー株式会社(SONY CORPORATION)[JP/JP] 〒141-0001 東京都品川区北品川6丁目7番35号 Tokyo, (JP)		
(72) 発明者; および (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ) 近藤哲二郎(KONDO, Tetsujiro)[JP/JP] 奥村裕二(OKUMURA, Yuji)[JP/JP] 小久保哲志(KOKUBO, Tetsushi)[JP/JP] 勅使川原智(TESHIGAWARA, Satoshi)[JP/JP] 〒141-0001 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内 Tokyo, (JP)		
(74) 代理人 小池 晃, 外(KOIKE, Akira et al.) 〒105-0001 東京都港区虎ノ門二丁目6番4号 第11森ビル Tokyo, (JP)		

(54)Title: INFORMATION PROCESSOR

(54)発明の名称 情報処理装置

(57) Abstract

Related information are generated for storing by learning in accordance with estimated camera movement information data expressing the movement of a video camera which is detected from required image signals picked up by the video camera and camera movement information data expressing the movement of the video camera which is obtained by a sensor for detecting the physical movement of the video camera simultaneously with the pickup of the required image signals. The estimated camera movement information data corresponding to input image signals are detected from the input image signals and, in accordance with the detected estimated camera movement information data and the related information, predicted camera movement information corresponding to the input image signals are generated and shaking signals for shaking an object are generated in accordance with the predicted camera movement information. The above processes can generate shaking data simply and at a low cost in accordance with existing image resources.



- 21...MOVEMENT VECTOR CALCULATION DEVICE
- 22...CENTER OF MOVEMENT CALCULATION DEVICE
- 23...ESTIMATED CAMERA MOVEMENT DISTANCE CALCULATION DEVICE
- 24...CAMERA MOVEMENT DISTANCE CALCULATION DEVICE
- 25...RELATED FACTOR LEARNING DEVICE
- (1)...INPUT IMAGE
- (2)...MOVEMENT VECTOR
- (3)...COORDINATES OF CENTER OF MOVEMENT
- (4)...ESTIMATED CAMERA MOVEMENT DISTANCE
- (5)...SHAKING DATA FROM SENSOR
- (6)...CAMERA MOVEMENT DISTANCE
- (7)...IMAGE SHAKING DATA RELATION FACTOR

(57)要約

ビデオカメラによって撮影された所望の画像信号から検出される上記ビデオカメラの動きを示すカメラ動き推定情報と、上記ビデオカメラにより上記所望の画像信号の撮像と同時に、物理的な動きを検出するセンサによって取得された上記ビデオカメラの物理的な動きを示すカメラ動き情報とに基づいて、学習を行うことによって予め関係情報を生成して記憶しておき、入力画像信号から、上記入力画像信号に対するカメラ動き推定情報を検出し、検出されたカメラ動き推定情報と、上記関係情報とに基づいて、上記入力画像信号に対するカメラ動き予測情報を生成し、上記カメラ動き予測情報に基づいて、オブジェクトを動揺するための動揺信号を生成することによって、既存の映像資産に基づいて、簡単に、かつ低コストで動揺データを生成することができる。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

AE	アラブ首長国連邦	DM	ドミニカ	KZ	カザフスタン	RU	ロシア
AG	アンティグア・バーブーダ	DZ	アルジェリア	LC	セントルシア	SD	スーダン
AL	アルバニア	EE	エストニア	LI	リヒテンシュタイン	SE	スウェーデン
AM	アルメニア	ES	スペイン	LK	スリ・ランカ	SG	シンガポール
AT	オーストリア	FI	フィンランド	LR	リベリア	SI	スロヴェニア
AU	オーストラリア	FR	フランス	LS	レソト	SK	スロヴァキア
AZ	アゼルバイジャン	GA	ガボン	LT	リトアニア	SL	シエラ・レオネ
BA	ボスニア・ヘルツェゴビナ	GB	英国	LU	ルクセンブルグ	SN	セネガル
BB	バルバドス	GD	グレナダ	LV	ラトヴィア	SZ	スワジランド
BEE	ベルギー	GE	グルジア	MA	モロッコ	TD	チャード
BFG	ブルギナ・ファソ	GH	ガーナ	MC	モナコ	TG	トーゴ
BG	ブルガリア	GM	ガンビア	MD	モルドヴァ	TJ	タジキスタン
BH	ベナン	GN	ギニア	MG	マダガスカル	TM	トルクメニスタン
BR	ブラジル	GR	ギリシャ	MK	マケドニア旧ユーゴスラヴィア	TR	トルコ
BY	ベラルーシ	GW	ギニア・ビサウ		共和国	TT	トリニダード・トバゴ
CA	カナダ	HR	クロアチア	ML	マリ	TZ	タンザニア
CC	中央アフリカ	I	ハンガリー	MN	モンゴル	UA	ウクライナ
CF	コンゴ	ID	インドネシア	MR	モーリタニア	UG	ウガンダ
CH	スイス	IE	アイルランド	MW	マラウイ	US	米国
CI	コートジボワール	IL	イスラエル	MX	メキシコ	UZ	ウズベキスタン
CM	カメルーン	IN	インド	MZ	モザンビーク	VN	ヴェトナム
CN	中国	IS	アイスランド	NE	ニジェール	YU	ユーゴスラヴィア
CR	コスタ・リカ	IT	イタリア	NL	オランダ	ZA	南アフリカ共和国
CU	キューバ	JP	日本	NO	ノルウェー	ZW	ジンバブエ
CY	キプロス	KE	ケニア	NZ	ニュージーランド		
CZ	チェッコ	KG	キルギスタン	PL	ポーランド		
DE	ドイツ	KP	北朝鮮	PT	ポルトガル		
DK	デンマーク	KR	韓国	RO	ルーマニア		

明細書

情報処理装置

技術分野

本発明は、情報処理装置、学習装置、情報処理方法、学習方法及びプログラム記録媒体に関し、特に、乗り物に搭載されたビデオカメラにより撮像された画像を鑑賞しながら、あたかも、その乗り物に実際に乗っているような臨場感を体験させる臨場感体験装置に対して、その画像の観察者が座る椅子を動揺させる動揺データを生成することができるようにした情報処理装置、学習装置、情報処理方法、学習方法及びプログラム記録媒体に関する。

背景技術

乗り物に搭載されたビデオカメラにより撮影された画像をスクリーンに表示させるとともに、その画像を観察する観察者の座席を、その画像に関連して動揺させることで、その観察者が、あたかもその乗り物に乗っているような臨場感を体験させる臨場感体験装置が実現している。

従来、このような座席を動揺させる動揺データは、画像を撮像す

るとき、その乗り物に取り付けられたセンサから取得されている。あるいは、乗り物から撮像された画像を操作者が見ながら、動揺を予測し、手作業により動揺データを作成している。さらに、所定の動揺データを仮定して、コンピュータグラフィックスにより画像を生成することも行われている。

しかしながら、センサにより動揺データを取得する方法は、既存の画像から動揺データを生成することができない課題がある。また、操作者が、画像を見ながら手作業により、動揺データを作成する方法は、膨大な作業が必要となり、コスト高となる。さらに、所定の動揺データに対応する画像をコンピュータグラフィックスにより作成する方法は、例えば、予め取得されているF1の競争用自動車に取り付けたビデオカメラから撮像された画像に基づいて、そのドライバの運転を体験するといったような既存の実世界の映像資産を活用することができないという問題点があった。

発明の開示

そこで、本発明は、このような従来の状況に鑑みてなされたものであり、既存の映像資産に基づいて、簡単に、かつ低コストで動揺データを生成することができるようにするものである。

本発明に係る情報処理装置は、ビデオカメラによって撮影された所望の画像信号から検出される上記ビデオカメラの動きを示すカメラ動き推定情報と、上記ビデオカメラによる上記所望の画像信号の撮像と同時に、物理的な動きを検出するセンサによって取得された

上記ビデオカメラの物理的な動きを示すカメラ動き情報とに基づいて、学習を行うことによって予め生成された関係情報を記憶する記憶手段と、入力画像信号から、上記入力画像信号に対するカメラ動き推定情報を検出するカメラ動き推定情報検出手段と、上記カメラ動き推定情報検出手段によって検出されたカメラ動き推定情報と、上記関係情報とに基づいて、上記入力画像信号に対するカメラ動き予測情報を生成するカメラ動き予測情報生成手段とを備えることを特徴とする。

また、本発明に係る学習装置は、ビデオカメラによって撮像された所望の画像信号からカメラ動き推定情報を検出するカメラ動き推定情報検出手段と、上記ビデオカメラによる上記所望の画像信号の撮像と同時に、物理的な動きを検出するセンサによって取得された上記ビデオカメラの物理的な動きを示すセンサ情報と、上記カメラ動き推定情報とに基づいて、任意の画像信号から上記任意の画像信号を撮像したビデオカメラの動きを表すカメラ動き予測情報を生成するための変換係数を生成する係数生成手段とを備えることを特徴とする。

また、本発明に係る情報処理方法は、ビデオカメラによって撮影された所望の画像信号から検出される上記ビデオカメラの動きを示すカメラ動き推定情報と、上記ビデオカメラにより上記所望の画像信号の撮像と同時に、物理的な動きを検出するセンサによって取得された上記ビデオカメラの物理的な動きを示すカメラ動き情報とに基づいて、学習を行うことによって関係情報を生成するステップと、入力画像信号から、上記入力画像信号に対するカメラ動き推定情報を検出するステップと、検出されたカメラ動き推定情報と、上記関

係情報とに基づいて、上記入力画像信号に対するカメラ動き予測情報を生成するステップとを有することを特徴とする。

また、本発明に係る学習方法は、ビデオカメラによって撮像された所望の画像信号からカメラ動き推定情報を検出するステップと、上記ビデオカメラによる上記所望の画像信号の撮像と同時に、物理的な動きを検出するセンサによって取得された上記ビデオカメラの物理的な動きを示すセンサ情報と上記カメラ動き推定情報とに基づいて、任意の画像信号から上記任意の画像信号を撮像したビデオカメラの動きを表すカメラ動き予測情報を生成するための変換係数を生成するステップとを有することを特徴とする。

また、本発明に係るプログラム記録媒体は、情報処理をコンピュータにより実行させるプログラムを記録したプログラム記録媒体であって、上記プログラムは、ビデオカメラによって撮影された所望の画像信号から検出される上記ビデオカメラの動きを示すカメラ動き推定情報と、上記ビデオカメラにより上記所望の画像信号の撮像と同時に、物理的な動きを検出するセンサによって取得された上記ビデオカメラの物理的な動きを示すカメラ動き情報とに基づいて、学習を行うことによって関係情報を生成するステップと、入力画像信号から上記入力画像信号に対するカメラ動き推定情報を検出するステップと、検出されたカメラ動き推定情報と上記関係情報とに基づいて、上記入力画像信号に対するカメラ動き予測情報を生成するステップとを有する情報処理をコンピュータにより実行させるプログラムを記録したことを特徴とする。

さらに、本発明に係るプログラム記録媒体は、学習処理をコンピュータにより実行させるプログラムを記録したプログラム記録媒体

であって、上記プログラムは、ビデオカメラによって撮像された所望の画像信号からカメラ動き推定情報を検出するステップと、上記ビデオカメラによる上記所望の画像信号の撮像と同時に、物理的な動きを検出するセンサによって取得された上記ビデオカメラの物理的な動きを示すセンサ情報と上記カメラ動き推定情報とに基づいて、任意の画像信号から上記任意の画像信号を撮像したビデオカメラの動きを表すカメラ動き予測情報を生成するための変換係数を生成するステップとを有することを特徴とする。

図面の簡単な説明

図1は、本発明を適用した臨場感体験装置の構成例を示す図である。

図2は、動揺の成分を説明する図である。

図3は、上記臨場感体験装置における画像動揺データ関係学習装置の構成を示すブロック図である。

図4は、上記画像動揺データ関係学習装置の動作を説明するフローチャートである。

図5は、代表点を説明する図である。

図6は、上記画像動揺データ関係学習装置における動き中心計算装置の構成例を示すブロック図である。

図7は、上記動き中心計算装置の動作を説明するフローチャートである。

図8は、代表点における評価値を説明する図である。

図 9 は、代表点における評価値を説明する図である。

図 10 は、上記画像動揺データ関係学習装置におけるカメラ動き推定量計算装置の構成を示すブロック図である。

図 11 は、上記カメラ動き推定量計算装置の動作を説明するフローチャートである。

図 12 は、3次元空間と2次元画像の幾何学的関係を説明する図である。

図 13 (A)、図 13 (B)、図 13 (C) 及び図 13 (D) は、動き中心に関して対称の位置にある代表点の組を説明する図である。

図 14 は、上記画像動揺データ関係学習装置におけるカメラ動き量計算装置の構成を示すブロック図である。

図 15 は、上記カメラ動き量計算装置の動作を説明するフローチャートである。

図 16 は、上記カメラ動き推定量とカメラ動き量の対応の学習処理の詳細を説明するフローチャートである。

図 17 は、カメラ動き推定量の各成分の対応関係を模式的に示す図である。

図 18 は、上記臨場感体験装置における動揺データ生成装置の構成を示すブロック図である。

図 19 は、上記動揺データ生成装置の動作を説明するフローチャートである。

図 20 は、上記動揺データ生成装置におけるカメラ動き予測量計算装置の構成を示すブロック図である。

図 21 は、上記動揺データ計算装置の構成を示すブロック図である。

図 2 2 は、上記動揺データ計算装置の動作を説明するフローチャートである。

図 2 3 は、上記臨場感体験装置における座席の側面図である。

図 2 4 は、上記座席の平面図である。

図 2 5 は、学習処理などを実行するコンピュータシステムの構成を示すブロック図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明を実施するための最良の形態について図面を参照しながら詳細に説明する。

本発明は、例えば図 1 に示すような構成の臨場感体験装置 1 0 に適用される。この臨場感体験装置 1 0 は、学習処理により動揺データを生成する学習処理部 1 1 と、この学習処理部 1 1 により生成された動揺データに基づいて、物理的な動揺を与えながら画像を提示する画像提示部 1 2 からなる。

学習処理部 1 1 は、画像動揺データ関係学習装置 1 と動揺データ生成装置 2 からなる。画像動揺データ関係学習装置 1 は、乗り物に搭載されたビデオカメラにより撮像された画像と、その撮像と同時にセンサにより取得された動揺データから、画像動揺データ関係係数を学習する。動揺データ生成装置 2 は、画像動揺データ関係学習装置 1 が出力する画像動揺データ関係係数と、乗り物に搭載されたビデオカメラにより撮像された既存の画像（画像動揺データ関係学習装置 1 において、画像動揺データ関係係数を生成するのに用いら

れた画像とは異なる画像であって、センサから取得された対応する動揺データが存在しない画像)に基づいて、動揺データを生成する。

画像提示部 12 は、画像提示装置 3、駆動制御装置 5 や同期制御装置 7 からなる。学習処理部 11 の動揺データ生成装置 2 により生成された動揺データは、座席 6 を駆動する駆動制御装置 5 に供給される。また、動揺データ生成装置 2 により生成された動揺データに対応する画像は、例えばビデオテープレコーダなどにより構成される画像提示装置 3 に供給される。画像提示装置 3 は、提供されたビデオテープに記録されている画像を再生し、スクリーン 4 に表示させる。座席 6 に座っている視聴者は、このスクリーン 4 に表示された画像を見る。同期制御装置 7 は、画像提示装置 3 と駆動制御装置 5 を同期して動作させ、また、停止させるように制御する。

図 2 は、スクリーン 4 と座席 6 の関係を表している。座席 6 に座っている観察者に、スクリーン 4 に表示されている画像を見ながら、あたかも乗り物に乗っているような臨場感を体験させるために、駆動制御装置 5 は、座席 6 を動揺データに基づいて動揺させる。この動揺は、X、Y、Z の 3 軸回りの回転成分 (roll, pitch, yaw) と 3 軸方向の並進成分 (x, y, z) により構成される。

画像動揺データ関係学習装置 1 は、例えば図 3 に示すように構成される。動きベクトル計算装置 21 は、入力されたフレーム単位の画像データについて、画面全体に渡って少なくとも上下左右対称な点を含むように格子点状に予め与えられた代表点としての画素データに基づき、例えば現在のフレームと 1 フレーム前の過去のフレームとの間で動きベクトルを計算し、動き中心計算装置 22 とカメラ動き推定量計算装置 23 に出力する。

動き中心計算装置 22 は、例えば自動車に搭載したカメラにより走行方向前方を撮影した画像について、各代表点における動きベクトルの値から、画面全体の画像の動き中心（1 点透視における無限遠点）座標を求め、カメラ動き推定量計算装置 23 に出力する。

カメラ動き推定量計算装置 23 は、動き中心に対する代表点の相対座標、代表点における動きベクトル、並びに 3 次元空間とそれをビデオカメラで撮影した結果の 2 次元画像との幾何学的関係から、1 フレーム周期当たりのビデオカメラの位置と姿勢の変化の推定量を表すカメラ動き推定量を成分（ v_x , v_y , v_z , w_x , w_y , w_z ）毎に異なる個数計算し、関係係数学習装置 25 に出力する。

カメラ動き量計算装置 24 は、カメラ動き推定量と物理量（単位時間当たりの距離又は角度）が一致するようにセンサにより取得された動揺データから、実際にカメラが動いた量（m/秒又は rad/秒）を表すカメラ動き量を成分（ x' , y' , z' , $roll'$, $pitch'$, yaw' ）毎に計算し、関係係数学習装置 25 に出力する。

関係係数学習装置 25 は、カメラ動き推定量計算装置 23 から供給される複数のカメラ動き推定量と、それに時間的に対応する、カメラ動き量計算装置 24 から供給される 1 つのカメラ動き量との対応を表す画像動揺データ関係係数を成分毎に学習する。

次に、図 4 のフローチャートを参照して、その動作について説明する。最初に、ステップ S1 において、動きベクトル計算装置 21 は、所定のシーンの初めから終わりまでの画像（例えば、自動車が走行を開始してから停止するまでの画像）における、予め設定されている代表点におけるフレーム間での動きベクトルを計算する。代

表点には、例えば図5に示すように、1枚の画面（フレーム）の全体に渡って、格子点上の所定の位置の 4×5 個の画素が割り当てられている。

動きベクトル計算装置21により計算された動きベクトルは、動き中心計算装置22に供給される。動き中心計算装置22は、ステップS2において、入力された動きベクトルに応じて、動きの中心座標の計算処理を実行する。動き中心計算装置22は、例えば図6に示すように構成されている。

絶対値器41は、動きベクトル計算装置21より供給された動きベクトルのうちの水平成分の絶対値を求め、加算器42に出力する。加算器42は、絶対値器41より入力された値と、レジスタ43より入力された値とを加算し、レジスタ43に出力する。レジスタ43は、加算器42より入力された値を保持し、加算器42に出力するとともに、メモリ44に出力する。メモリ44は、レジスタ43より入力された値を代表点毎に記憶する。

すなわち、メモリ44には、例えば図5に示す（ $i = 1$ ， $j = 1$ ）の代表点のシーンの初めから終わりまでの動きベクトルの水平方向成分の絶対値の和が記憶される。また、その他の座標（ i ， j ）の代表点の動きベクトルの水平方向成分の絶対値の和も記憶される。

最小値検出器45は、メモリ44に記憶されている各代表点の水平成分の絶対値の総和（以下、評価値とも称する）のうち、同一の水平ライン上の代表点の中の最小値を検出する。すなわち、最小値検出器45は、例えば図5に示す $i = 1$ のラインの5個の代表点に対応する評価値の中から最小値を有する代表点を選択する。同様に、

最小値検出器 4 5 は、 $i = 2 \sim 4$ の各ライン上の代表点に対応する評価値のうち、最小値を有する代表点を選択する。

動き中心水平画素位置決定器 4 6 は、最小値検出器 4 5 より供給される 5 個の最小の評価値を有する代表点に対応する水平方向の座標から、多数決、メディアン、平均などを演算することで、動き中心水平画素位置を検出する。

絶対値器 4 8 は、動きベクトル計算装置 2 1 より供給された動きベクトルのうち、垂直成分の絶対値を求め、加算器 4 9 に出力する。加算器 4 9 は、絶対値器 4 8 より供給された値と、レジスタ 5 0 より入力された値とを加算し、レジスタ 5 0 に出力し、保持させる。レジスタ 5 0 により保持された値は、加算器 4 9 に供給されるとともに、メモリ 5 1 に供給され、記憶される。メモリ 5 1 には、シーンの初めから終わりまでの各フレームの代表点における動きベクトルの垂直成分の絶対値の総和（以下、これを評価値とも称する）が記憶される。

最小値検出器 5 2 は、メモリ 5 1 に記憶された評価値の中から各列（垂直方向のライン）毎に最小値を検出し、その最小値に対応する代表点の垂直座標を、動き中心垂直画素位置決定器 4 7 に出力する。例えば、図 5 の例においては、最小値検出器 5 2 は、 $j = 1 \sim 5$ の各列毎の評価値のうち、最小の評価値を有する代表点の垂直座標を、動き中心垂直画素位置決定器 4 7 に出力する。

動き中心垂直画素位置決定器 4 7 は、最小値検出器 5 2 より入力された複数の垂直座標データの中から、動き中心水平画素位置決定器 4 6 より供給される水平座標に対応する代表点の垂直座標を動き中心の垂直画素位置として選択する。

次に、図 7 のフローチャートを参照して、動き中心計算装置 2 2 の動作について説明する。ステップ S 2 1 において、代表点毎にシーンの初めから終わりまでの動きベクトルの水平成分の絶対値の総和が演算される。このため、絶対値器 4 1 は、動きベクトル計算装置 2 1 より入力された各代表点の動きベクトルのうち、水平成分の絶対値を求め、加算器 4 2 に出力する。加算器 4 2 は、レジスタ 4 3 に保持されている過去の値と、絶対値器 4 1 より供給された値とを加算する処理を繰り返す。その結果、レジスタ 4 3 には、シーンの初めから終わりまでの各代表点毎の絶対値の総和（評価値）が保持され、これがメモリ 4 4 に記憶される。

ステップ S 2 2 において、水平方向に並ぶ代表点の絶対値の総和が最小となるその代表点の水平方向の座標を動き中心の水平座標とする処理が行われる。このため、最小値検出器 4 5 は、メモリ 4 4 に記憶されている各代表点のシーンの初めから終わりまでの動きベクトルの水平成分の絶対値の総和（評価値）の中から、各ライン毎に最小値を検出する。

例えば、図 8 に示すように、 $i = 1$ のラインの各代表点の評価値の中から、最小の値のものが検出され、その検出された代表点の水平方向の座標が動き中心水平画素位置決定器 4 6 に出力される。図 8 に示す $i = 1$ の行において、 $j = 2$ の列の代表点の評価値が最小である場合、この座標（1，2）の代表点の水平方向の座標が、動き中心水平画素位置決定器 4 6 に出力される。同様にして、図 8 に示す $i = 2$ の行の $j = 4$ の代表点、 $i = 3$ の行の $j = 3$ の代表点、並びに $i = 4$ の行の $j = 3$ の代表点の評価値が、それぞれ各行において最も小さい値であるとする、代表点（2，4）の水平方向の

座標、代表点 (3, 3) の代表点の水平方向の座標、並びに、代表点 (4, 3) の水平方向の座標が、動き中心水平画素位置決定器 46 に供給される。

動き中心水平画素位置決定器 46 は、各ラインの水平方向の座標に対して多数決、メディアン、又は平均などの処理を施して、動き中心水平画素位置を決定する。多数決の原理に従う場合、図 8 の例では、 $j = 2$ の列と $j = 4$ の列が 1 個であり、 $j = 3$ の列が 2 個であるから、 $j = 3$ の水平方向の座標が動き中心水平画素位置とされる。メディアン処理の場合においても、図 8 の例においては、 $j = 2 \sim j = 4$ までの 3 列の代表点が存在し、その中間の列は $j = 3$ の列であるから、 $j = 3$ の代表点の水平座標が動き中心水平画素位置とされる。平均処理の場合、図 8 の例においては、代表点 (1, 2)、代表点 (2, 4)、代表点 (3, 3) 及び代表点 (4, 3) の各座標の水平座標の平均値が動き中心水平画素位置とされる。

ステップ S 23 においては、ステップ S 21 における場合と同様の処理が、動きベクトルの垂直成分に関して実行される。すなわち、絶対値器 48 により、動きベクトル計算装置 21 より供給される動きベクトルの中から、垂直成分の絶対値が演算され、加算器 49 とレジスタ 50 により、その絶対値の総和が代表点毎に演算される。そして、演算された値が、メモリ 51 に記憶される。ステップ S 24 において、動き中心の水平座標と等しい水平座標を持つ代表点で、絶対値の総和が最小となる代表点の垂直座標が、動き中心の垂直座標とされる処理が実行される。

すなわち、最小値検出器 52 は、メモリ 51 に記憶された各列の代表点の中から、最小の評価値を有する代表点を選択する。例えば、

図 9 に示すように、 $j = 1$ の列においては $i = 2$ の代表点が、 $j = 2$ の列においては $i = 3$ の行の代表点が、 $j = 3$ の列においては $i = 2$ の代表点が、 $j = 4$ の行においては $i = 1$ の代表点が、 $j = 5$ の列においては $i = 2$ の代表点が、それぞれ最小の評価値を有する場合、代表点 (2, 1)、代表点 (3, 2)、代表点 (2, 3)、代表点 (1, 4) 及び代表点 (2, 5) の垂直座標が、動き中心垂直画素位置決定器 47 に供給される。

動き中心垂直画素位置決定器 47 は、最小値検出器 52 より供給された垂直座標の中から、動き中心水平画素位置決定器 46 より供給された水平画素の水平座標を有する代表点に対応する代表点の垂直座標を動き中心垂直画素位置として決定する。図 8 と図 9 に示す例の場合、 $j = 3$ の列の水平座標が水平画素位置とされているため、代表点 (2, 3) の垂直座標が、動き中心垂直画素位置とされる。

以上のようにして、動き中心計算装置 22 により計算された動き中心座標は、図 3 のカメラ動き推定量計算装置 23 に供給される。

図 4 に戻って、ステップ S2 の動きの中心座標計算処理が完了したとき、次にステップ S3 に進み、カメラ動き推定量計算装置 23 によりカメラ動き推定量計算処理が実行される。このカメラ動き推定量計算装置 23 は、例えば、図 10 に示すように構成されている。

動きベクトル計算装置 21 より出力された動きベクトルは、動きベクトル選択器 62-1 ~ 62-4 に入力される。この例の場合、動きベクトル選択器 62-1 は、動きベクトルのうち、その水平成分を取り込み、動きベクトル選択器 62-2 は、その垂直成分を取り込む。動きベクトル選択器 62-3、62-4 は、水平成分と垂直成分の両方を取り込む。

動き中心計算装置 2 2 より出力された動き中心座標は、代表点位置決定器 6 1 - 1 ~ 6 1 - 4 に入力される。代表点位置決定器 6 1 - 1 ~ 6 1 - 4 は、入力された動き中心座標から求めるべきカメラ動き推定量の成分に応じて、カメラ動き推定量の計算に用いられる動きベクトルの値を参照する代表点の位置を決定し、対応する動きベクトル選択器 6 2 - 1 ~ 6 2 - 4 に出力する。

動きベクトル選択器 6 2 - 1 ~ 6 2 - 4 は、入力された 1 フレーム間のすべての代表点における動きベクトルの水平成分と垂直成分の一方から、代表点位置決定器 6 1 - 1 ~ 6 1 - 4 から入力された代表点位置に基づき、カメラ動き推定量の計算に用いる動きベクトルの値を選択する。加算器 6 3 - 1 又は加算器 6 3 - 2 は、それぞれ動きベクトル選択器 6 2 - 1 又は動きベクトル選択器 6 2 - 2 の出力と、レジスタ 6 5 - 1 又はレジスタ 6 5 - 2 の出力を加算し、レジスタ 6 5 - 1 又はレジスタ 6 5 - 2 に出力する。レジスタ 6 5 - 1 の出力は、加算器 6 3 - 1 に出力されるとともに、メモリ 6 6 - 1 に出力され、記憶される。メモリ 6 6 - 1 から読み出されたデータは、ローパスフィルタ (LPF) 6 7 - 1 により、その低域成分が抽出され、成分 w_x として出力されるとともに、ハイパスフィルタ (HPF) 6 8 - 1 により、その高域成分が抽出され、成分 v_x として出力される。

同様に、レジスタ 6 5 - 2 に記憶されたデータは、加算器 6 3 - 2 に出力されるとともに、メモリ 6 6 - 2 に出力され、記憶される。メモリ 6 6 - 2 に記憶されたデータは、ローパスフィルタ (LPF) 6 7 - 2 により、その低域成分が抽出され、成分 w_y として出力されるとともに、ハイパスフィルタ (HPF) 6 8 - 2 により高

域成分が抽出され、成分 v_z として出力される。

減算器 64-1 は、動きベクトル選択器 62-3 の出力から、レジスタ 65-3 の出力を減算し、レジスタ 65-3 に出力する。レジスタ 65-3 の出力は、減算器 64-1 に出力されるとともに、メモリ 66-3 に供給され、記憶される。メモリ 66-3 より読み出されたデータは、割算器 69-1 に入力され、代表点位置決定器 61-3 が出力する代表点の相対座標 p , q により割算された後、成分 v_x として出力される。

同様に、減算器 64-2 は、動きベクトル選択器 62-4 より出力されたデータから、レジスタ 65-4 より出力されたデータを減算し、レジスタ 65-4 に出力する。レジスタ 65-4 より出力されたデータは、減算器 64-2 に出力されるとともに、メモリ 66-4 に出力され、記憶される。メモリ 66-4 より読み出されたデータは、割算器 69-2 に入力され、代表点位置決定器 61-4 が出力する代表点の相対座標 p , q により割算された後、成分 w_x として出力される。

次に、図 3 のカメラ動き推定量計算装置 23 の動作について、図 11 のフローチャートを参照して説明する。このカメラ動き推定量計算処理においては、図 12 に示すように、3次元空間と2次元画像の幾何学的関係が利用される。すなわち、図 12 において、動き中心 $(0, 0)$ に対する代表点 i の相対座標を (p_i, q_i) 、この代表点における動きベクトルを (u_i, v_i) 、この代表点に写っている被写体の3次元空間におけるビデオカメラから見た奥行きを r_i 、ビデオカメラの3軸方向の並進速度を (v_x, v_y, v_z) 、ビデオカメラの3軸回りの回転の角速度を (w_x, w_y, w_z) 、

ビデオカメラの焦点距離を f とすると、図 12 に示す 3 次元空間と、それをビデオカメラで撮影した結果の 2 次元画像との幾何学的関係から、次式が成立する。

すなわち 3 次元空間中の点 (Z, Y, X) は、ビデオカメラと相対的に次のように運動する。

$$\begin{pmatrix} \dot{Z} \\ \dot{Y} \\ \dot{X} \end{pmatrix} = - \begin{pmatrix} w_z \\ w_y \\ w_x \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} Z \\ Y \\ X \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} v_z \\ v_y \\ v_x \end{pmatrix} \quad (1)$$

画面座標 (p, q) の点に対する平面 $X = t Z + s Y + r$ 上の点 (Z, Y, X) は、

$$Z = \frac{r q}{f - t q - s p} \quad (2)$$

$$Y = \frac{r p}{f - t q - s p} \quad (3)$$

$$X = \frac{r f}{f - t q - s p} \quad (4)$$

であるから、

$$\frac{f}{X} = \frac{f - t q - s p}{r} \quad (5)$$

となる。また、透視変換の関係式

$$p = f \frac{Y}{X} \quad (6)$$

$$q = f \frac{Z}{X} \quad (7)$$

を時間微分することにより、

$$\dot{p} = f \frac{\dot{Y}}{X} - f \frac{Y \dot{X}}{X^2} = \frac{f \dot{Y} - p \dot{X}}{X} \quad (8)$$

$$\dot{q} = f \frac{\dot{Z}}{X} - f \frac{Z \dot{X}}{X^2} = \frac{f \dot{Z} - p \dot{X}}{X} \quad (9)$$

となる。

式(1)、式(5)、式(8)、式(9)と $t=0$ 、 $s=0$ より \dot{X} 、 \dot{Y} 、 \dot{Z} 、 \dot{X} 、 Y 、 Z を消去して、

$$u_i = \frac{p_i}{r_i} v_x - \frac{f}{r_i} v_y + q_i w_x + \frac{p_i q_i}{f} w_y - \left(f + \frac{p_i^2}{f}\right) w_r \quad (10)$$

$$v_i = \frac{q_i}{r_i} v_x - \frac{f}{r_i} v_z + p_i w_x + \left(f + \frac{q_i^2}{f}\right) w_y - \frac{p_i q_i}{f} w_z \quad (11)$$

なる関係式が得られる。

上記式の関係から、直線 $p=0$ 又は直線 $q=0$ 上の、動き中心 $(0, 0)$ に関して対称の位置にある2つの代表点における動きベクトルに基づいて、カメラ動き推定量 $(v_x, v_y, v_z, w_x, w_y, w_z)$ は、次式で表される。ただし、対となる2点では、被写体の奥行き r はほぼ等しいものと仮定している。

$$w_z + \frac{1}{r} v_y = -\frac{1}{2f} (u_q + u_{-q}) \quad (p=0) \quad (12)$$

$$w_y + \frac{1}{r} v_z = -\frac{1}{2f} (v_p + v_{-p}) \quad (q=0) \quad (13)$$

$$\frac{1}{r} v_x = \begin{cases} \frac{1}{2p} (u_p - u_{-p}) & (q=0) \\ \frac{1}{2q} (v_q - v_{-q}) & (p=0) \end{cases} \quad (14)$$

$$w_x = \begin{cases} \frac{1}{2q} (u_q - u_{-q}) & (p=0) \\ \frac{1}{2p} (v_p - v_{-p}) & (q=0) \end{cases} \quad (15)$$

上記式において、直線 $p = 0$ 上の対称位置にある 2 つの代表点の動きベクトルは、それぞれ (u_q, v_q) 、又は (u_{-q}, v_{-q}) と表され、直線 $q = 0$ 上の 2 つの代表点の動きベクトルは、 (u_p, v_p) 又は (u_{-p}, v_{-p}) と表される。

図 10 の最上行の系（代表点位置決定器 61-1 ~ ハイパスフィルタ (HPF) 68-1）は、上記した式 (12) の演算を行うためのものであり、上から 2 番目の系（代表点位置決定器 61-2 ~ ハイパスフィルタ (HPF) 68-2）は、式 (13) に示す演算を行うためのものであり、上から 3 番目の系（代表点位置決定器 61-3 ~ 割算器 69-1）は、式 (14) の演算を行うためのものであり、最下行の系（代表点位置決定器 61-4 ~ 割算器 69-2）は、式 (15) の演算を行うためのものである。

代表点位置決定器 61-1 は、上記した式 (12) の演算を行うための代表点位置を決定するものであり、図 13 (A) に示すように、直線 $p = 0$ 上に位置する代表点であって、動き中心に関して対称の位置にある 2 つの代表点を決定する。

代表点位置決定器 61-2 は、式 (13) の演算を行うための代表点位置を決定するものであり、図 13 (B) に示すように、直線 $q = 0$ 上の動き中心に対して対称の位置に位置する 2 つの代表点を選択する。

式 (14) の演算を行う代表点を決定する代表点位置決定器 61-3 は、図 13 (C) に示すように、動き中心に対して対称の位置にある直線 $p = 0$ 上の 2 つの代表点及び直線 $q = 0$ 上の 2 つの代表点を選択する。

式 (15) の演算を行うための代表点を決定する代表点位置決定

器 6 1 - 4 は、図 1 3 (D) に示すように、直線 $p = 0$ 上の 2 つの代表点及び直線 $q = 0$ 上の 2 つの代表点を選択する。

代表点位置決定器 6 1 - 1 は、図 1 3 (A) に示す 1 組の代表点の動きベクトルの水平成分だけを選択するようにしてもよいが、より正確を期するために、1 フレームにおいて、複数組の代表点の動きベクトルの水平成分を選択する。図 1 3 (A) の例においては、合計 4 組の代表点の組が選択されている。なお、図中、中央に示す動き中心上に位置する代表点については、2 つの代表点の水平成分が、それぞれ同一であるとして処理される。

代表点位置決定器 6 1 - 2 も、代表点位置決定器 6 1 - 1 と同様に、図 1 3 (B) に示す代表点の組のうち、少なくとも 1 つの組の代表点の動きベクトルの垂直成分を選択すればよいのであるが、より正確を期するために、合計 4 組の代表点の組の垂直成分を選択する。

代表点位置決定器 6 1 - 3 は、式 (1 4) のうち、上の式と下の式のいずれを用いてもよいのであるが、より正確を期するために、両方を用いて代表点を選択する。図 1 3 (C) の例においては、直線 $p = 0$ 上の 3 組の代表点と、直線 $q = 0$ 上の 3 組の代表点を選択されている。

同様に、代表点位置決定器 6 1 - 4 は、式 (1 5) に示すように、上の式と下の式のいずれを用いてもよいのであるが、より正確を期するために、両方を用いる。この場合、図 1 3 (D) に示すように、図 1 3 (C) に示す場合と同様に、直線 $p = 0$ 上に配置されている 3 組の代表点だけでなく、直線 $q = 0$ 上の 3 組の代表点を選択される。

図11に戻って、ステップS42において、動きベクトル選択器62-1～62-4は、それぞれ対応する代表点位置決定器61-1～61-4で決定された数組の2つの代表点の動きベクトルを選択する。図10の動きベクトル選択器62-1においては、式(12)を演算する動きベクトルとして、直線 $p=0$ 上の2つの代表点の水平成分 u_q 、 u_{-q} が選択される。動きベクトル選択器62-2においては、式(13)の演算を行うために、直線 $q=0$ 上の2つの代表点の動きベクトルの垂直成分 v_p 、 v_{-p} が選択される。

動きベクトル選択器62-3においては、式(14)の演算を行うために、直線 $q=0$ 上の2つの代表点の動きベクトルの水平成分 u_p 、 u_{-p} と、直線 $p=0$ 上の2つの代表点の動きベクトルの垂直成分 v_q 、 v_{-q} が選択される。動きベクトル選択器62-4においては、式(15)の演算を行うために、直線 $p=0$ 上の2つの代表点の動きベクトルの水平成分 u_q 、 u_{-q} と、直線 $q=0$ 上の2つの代表点の動きベクトルの垂直成分 v_p 、 v_{-p} が選択される。

ステップS43において、上記した式(12)～式(15)において利用される $u_q + u_{-q}$ 、 $v_p + v_{-p}$ 、 $u_p - u_{-p}$ 、 $v_q - v_{-q}$ 、 $u_q - u_{-q}$ 、 $v_p - v_{-p}$ が演算される。

すなわち、加算器63-1は、動きベクトル選択器62-1から最初の代表点の動きベクトルの水平成分 u_q が供給されると、これをレジスタ65-1に供給し、記憶させ、次の代表点の動きベクトルの水平成分 u_{-q} が供給されると、これを加算器63-1でレジスタ65-1に保持されている成分 u_q と加算し、加算した値($u_q + u_{-q}$)をレジスタ65-1に保持させる。

レジスタ65-1に保持されたデータは、さらにメモリ66-1

に供給され、保持される。

加算器 63-2 は、動きベクトル選択器 62-2 から、最初の代表点の動きベクトルの垂直成分 v_{-p} が供給されると、これをレジスタ 65-2 に供給し、保持させる。次に、代表点の動きベクトルの垂直成分 v_p が供給されると、これをレジスタ 65-2 に保持されている成分 v_{-p} と加算し、加算した値 ($v_p + v_{-p}$) をレジスタ 65-2 に供給し、保持させる。このデータは、さらに、メモリ 66-2 に供給され、記憶される。

減算器 64-1 は、動きベクトル選択器 62-3 から最初の代表点の動きベクトルの水平成分 u_{-p} が供給されたとき、これをレジスタ 65-3 に供給し、保持させ、次の代表点の動きベクトルの水平成分 u_p が供給されると、これからレジスタ 65-3 に保持されている値 u_{-p} を減算し、その減算した値 ($u_p - u_{-p}$) をレジスタ 65-3 に保持させる。このデータは、レジスタ 65-3 からメモリ 66-3 に供給され、記憶される。同様に、値 ($v_q - v_{-q}$) も演算され、メモリ 66-3 に記憶される。

減算器 64-2 は、動きベクトル選択器 62-4 より供給された最初の代表点の動きベクトルの水平成分 u_{-q} をレジスタ 65-4 に供給し、保持させ、次の代表点の動きベクトルの水平成分 u_q が供給されると、これからレジスタ 65-4 に保持されている成分 u_{-q} を減算し、その減算した値 ($u_q - u_{-q}$) をレジスタ 65-4 に供給し、保持させる。レジスタ 65-4 に保持されたデータは、さらにメモリ 66-4 に供給され、記憶される。同様に、値 ($v_p - v_{-p}$) も演算され、メモリ 66-4 に記憶される。

次に、ステップ S44 に進み、成分 w_z と成分 v_y を分離する処

理、成分 w_y と成分 v_z を分離する処理、さらに記憶されている値を代表点の座標値 p 又は座標値 q で割算する処理が実行される。

すなわち、式(12)に示すように、メモリ66-1に記憶されているデータ($u_q + u_{-q}$)は、カメラ動き推定量のうち、成分 w_z と成分 v_y の和($w_z + (1/r) v_y$)に比例している。動揺の性質として、並進運動(v_x, v_y, v_z)は、主に高周波成分で構成され、回転運動(w_x, w_y, w_z)は、主に低周波成分で構成される。そこで、メモリ66-1に記憶されているデータ($u_q + u_{-q}$)からローパスフィルタ(LPF)67-1により低域成分を抽出することで、成分 w_z を得、また、ハイパスフィルタ(HPF)68-1で高域成分を抽出することで、成分 v_y を得る。

なお、 $(-1/(2f))$ の比例定数は、後述する学習処理により予め学習される。

また、メモリ66-2に記憶されているデータ($v_p + v_{-p}$)は、式(13)に示すように、成分 w_y と成分 v_z の差($w_y - (1/r) w_z$)に比例している。そこで、メモリ66-2に記憶されているデータから、ローパスフィルタ(LPF)67-2により低域成分を抽出することで、成分 w_y を抽出し、また、ハイパスフィルタ(HPF)68-2により高域成分を抽出することで、成分 v_z を抽出する。

なお、式(13)における比例定数 $(-1/(2f))$ も学習処理により、予め学習される。

メモリ66-3に記憶されているデータ($u_p - u_{-p}$)、又はデータ($v_q - v_{-q}$)は、式(14)に示すように、その値を、相対座標 p 又は座標 q で割算した値が、成分 v_x に比例する。そこで、

割算器 69-1 は、メモリ 66-3 よりデータ ($u_p - u_{-p}$) が読み出されたとき、代表点位置決定器 61-3 より供給される代表点の水平座標 p に基づいてこれを割算し、割算した結果を出力する。また、メモリ 66-3 からデータ ($v_q - v_{-q}$) が読み出されてきたとき、このデータは、代表点位置決定器 61-3 より供給される垂直座標 q で割算され、出力される。

同様に、割算器 69-2 は、メモリ 66-4 よりデータ ($u_q - u_{-q}$) が読み出されてきたとき、その値を式 (15) で示すように、成分 w_x に比例させるために、代表点位置決定器 61-4 より供給された相対座標の垂直成分 q で割算する。また、データ ($v_p - v_{-p}$) が供給されてきたとき、割算器 69-2 は、この値を、代表点位置決定器 61-4 より供給された相対座標の垂直成分 p で割算する。

なお、式 (14) における成分 ($1/r$) は、学習により処理され重み係数に含まれる。式 (15) における成分 ($1/2$) も、学習により処理される。

以上のようにして、図 3 のカメラ動き推定量計算装置 23 により計算されたカメラ動き推定量は、関係係数学習装置 25 に供給される。

図 4 に戻って、ステップ S3 でカメラ動き推定量計算処理が実行された後、次に、ステップ S4 において、図 3 のカメラ動き量計算装置 24 により、カメラ動き量計算処理が実行される。カメラ動き量計算装置 24 は、例えば、図 14 に示すように構成されている。

図示せぬセンサからの動揺データは、3 軸方向の加速度 (x'' , y'' , z'') と、3 軸を中心とした回転の角速度 ($roll'$, p

itch', yaw') で構成されている。加速度 x'' , y'' , z'' は、それぞれ加算器 82-1、加算器 82-2、又は減算器 81 に入力されている。加算器 82-1 は、入力された加速度 x'' と、レジスタ 83-1 に記憶されている値とを加算することで積分し、レジスタ 83-1 に出力する。レジスタ 83-1 の出力は、加算器 82-1 に出力されるとともに、メモリ 84-1 に供給され、記憶される。DC 成分除去器 85-1 は、メモリ 84-1 に記憶されたデータから DC (直流) 成分を除去して、カメラ動き量の成分 x' として出力する。センサより取得された動揺データには、誤差が重畳されているので、これを単純に積分すると、誤差が蓄積してしまうので、DC 成分除去器 85-1 により積分した値から、DC 成分が取り除かれる。

加算器 82-2 は、入力されたセンサ出力 y'' に、レジスタ 83-2 に保持されている過去の値を加算し、レジスタ 83-2 に出力することで、センサ出力 y'' を積分し、メモリ 84-2 に出力し、記憶させる。DC 成分除去器 85-2 は、メモリ 84-2 により読み出されたデータから DC 成分を除去し、カメラ動き量のうち成分 y' として出力する。

減算器 81 は、センサの出力 z'' から重力の加速度 g を減算し、加算器 82-3 に出力する。加算器 82-3 は、減算器 81 からの入力に、レジスタ 83-3 が保持している過去の値とを加算し、レジスタ 83-3 に出力することで、データ ($z'' - g$) を積分させ、メモリ 84-3 に供給し、記憶させる。メモリ 84-3 に記憶されたデータは、DC 成分除去器 85-3 で DC 成分を除去された後、カメラ動き量のうち、成分 z' として出力される。

センサからの動揺データのうち、角速度 (roll', pitch', yaw') は、それぞれ、そのままカメラ動き量のうちの成分 (roll', pitch', yaw') として出力される。

次に、図15のフローチャートを参照して、図14のカメラ動き量計算装置24の動作について説明する。ステップS61において、センサからの動揺データ roll', pitch', yaw' が入力されると、これらのデータはそのまま関係係数学習装置25に出力される。

次に、ステップS62において、カメラ動き推定量と物理量（速度）が一致するように、並進運動の3成分に関し、次式に従って、積分処理が実行される。

$$x' = \Sigma x'' \quad (16)$$

$$y' = \Sigma y'' \quad (17)$$

$$z' = \Sigma (z'' - g) \quad (18)$$

すなわち、加算器82-1とレジスタ83-1は、共働してセンサ出力 x'' を積分し、メモリ84-1に出力し、記憶させる。同様に、加算器82-2とレジスタ83-2は、共働してセンサ出力 y'' を積分し、メモリ84-2に出力し、記憶させる。さらに、加算器82-3とレジスタ83-3は、減算器81より入力された値 $(z'' - g)$ を積分し、メモリ84-3に供給し、記憶させる。

ステップS63においては、ステップS63で得られた積分出力から直流成分を除去する処理が実行される。すなわち、DC成分除去器85-1～85-3は、それぞれメモリ84-1～84-3に記憶されたデータから、直流成分を除去し、カメラ動き量の成分 x' , y' , z' として出力する。

カメラ動き量計算装置 24 により計算されたカメラ動き量 (x' , y' , z' , $roll'$, $pitch'$, yaw') は、関係係数学習装置 25 に供給される。

図 4 に戻って、ステップ S 4 におけるカメラ動き量計算処理が終了したとき、次に、ステップ S 5 に進み、複数個のカメラ動き推定量と 1 つのカメラ動き量の対応の学習処理が、関係係数学習装置 25 において実行される。この関係係数学習装置 25 の処理の詳細は、図 16 のフローチャートに示されている。

すなわち、最初にステップ S 71 において、カメラ動き推定量計算装置 23 により計算されたカメラ動き推定量 (v_x , v_y , v_z , w_x , w_y , w_z) には、動きベクトル検出の誤差、小物体動きの混入、仮定した 3 次元空間の対称性の不成立などに起因して、すべての対称点の組で正確な値が求められるわけではない。また、カメラの焦点距離 f 、被写体の奥行き r 、カメラ動き推定量の単位 (ピクセル/フレーム周期) とカメラ動き量の単位 (m/s , rad/s) との間の変換係数は不定である。そこで、1 つのカメラ動き量を、複数個のカメラ動き推定量の線形 1 次結合で表し、その係数を求めるようにする。

例えば、カメラ動き量のうち、成分 x' と n 個のカメラ動き推定量 $v_{x1} \sim v_{xn}$ とを線形一次結合を用いた次式により関係付けることができる。

$$x' = w_{x0} + w_{x1} v_{x1} + w_{x2} v_{x2} + \dots + w_{xn} v_{xn} \quad (19)$$

したがって、図 17 にカメラ動き推定量の各成分の対応関係を模式的に示してあるように、1 つのシーンの初めから終わりまでの画像が、 $m+1$ フレームにより構成されているとき、カメラ動き推定

量は、 m 組計算されるので、次式が成立する。

$$\begin{pmatrix} x'_1 \\ x'_2 \\ \vdots \\ x'_m \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & V_{x11} & V_{x12} & \cdots & V_{x1n} \\ 1 & V_{x21} & V_{x22} & \cdots & V_{x2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & V_{xm1} & V_{xm2} & \cdots & V_{xmn} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} w_{x0} \\ w_{x1} \\ \vdots \\ w_{xn} \end{pmatrix} \quad (20)$$

以上においては、カメラ動き量のうち、成分 x' のみにについて説明したが、他の成分 y' 、 z' 、 $roll'$ 、 $pitch'$ 、 yaw' についても同様である。

次に、ステップS72において、ステップS71で生成した式を最小二乗法により解くことで、線形1次結合の係数 $w_{x0} \sim w_{xn}$ を、カメラ動き量の成分毎に求める処理が実行される。すなわち、例えば、カメラ動き量の成分 x' についての係数 $w_{x0} \sim w_{xn}$ を求める場合、式(20)の左辺とカメラ動き量成分 x' の誤差が最小となるように、最小二乗法により線形1次結合の係数 $w_{x0} \sim w_{xn}$ が求められる。

同様のことが、他のカメラ動き量の成分 y' 、 z' 、 $roll'$ 、 $pitch'$ 、 yaw' についても行われる。

以上のようにして、関係係数学習装置25により学習された画像動揺データ関係係数は、図1の動揺データ生成装置2に供給される。

図18は、動揺データ生成装置2の構成例を示している。動きベクトル計算装置101は、入力された画像（画像提示装置3に供給される画像）から動きベクトルを検出し、動き中心計算装置102とカメラ動き推定量計算装置103に出力している。動き中心計算装置102は、入力された動きベクトルに基づいて、入力画像の動

き中心座標を検出し、カメラ動き推定量計算装置 103 に出力する。カメラ動き推定量計算装置 103 は、動きベクトル計算装置 101 より入力され、動きベクトルと動き中心計算装置 102 より供給される動き中心座標に基づいてカメラ動き推定量を演算し、カメラ動き予測量計算装置 104 に出力している。この動きベクトル計算装置 101、動き中心計算装置 102 及びカメラ動き推定量計算装置 103 は、図 3 において説明した動きベクトル計算装置 21、動き中心計算装置 22 及びカメラ動き推定量計算装置 23 と同様の構成と機能を有するものである。

カメラ動き予測量計算装置 104 は、画像動揺データ関係学習装置 1 より供給される画像動揺データ関係係数と、カメラ動き推定量計算装置 103 より供給されるカメラ動き推定量との線形 1 次結合を演算することで、1 フレーム周期においてビデオカメラが動いたと思われる情報を表すカメラ動き予測量を演算し、動揺データ計算装置 105 に出力する。動揺データ計算装置 105 は、入力されたカメラ動き予測量から、駆動制御装置 5、座席 6 を平行移動又は回転移動させるときの動揺データと物理量が一致するような動揺データを計算し、出力する。

次に、図 19 のフローチャートを参照して、図 18 に示す動揺データ生成装置 2 の動作について説明する。ステップ S81 において、動きベクトル計算装置 101 により動きベクトル計算処理が行われ、ステップ S82 において、動き中心計算装置 102 により、動きの中心座標計算処理が行われる。ステップ S83 において、カメラ動き推定量計算装置 103 より、カメラの動き推定量計算処理が行われる。以上のステップ S81～ステップ S83 の処理は、図 4 のス

テップ S 1 ～ステップ S 3 の処理と同様の処理であるので、ここでは、その説明は省略する。

次にステップ S 8 4 において、カメラ動き予測量計算装置 1 0 4 により、カメラ動き予測量の計算処理が実行される。

カメラ動き予測量計算装置 1 0 4 は、例えば図 2 0 に示すように構成されている。

このカメラ動き予測量計算装置 1 0 4 は、カメラ動き推定量計算装置 1 0 3 より供給されたカメラ動き推定量と、画像動揺データ関係学習装置 1 より供給された画像動揺データ関係係数とを乗算し、加算器 1 2 2 に出力する乗算器 1 2 1 と、乗算器 1 2 1 より入力されたデータと、レジスタ 1 2 3 に保持されている過去のデータとを加算し、レジスタ 1 2 3 に出力することで、入力されたデータを積分する加算器 1 2 2 と、レジスタ 1 2 3 より供給されたデータを記憶し、カメラ動き予測量として出力するメモリ 1 2 4 を備える。

そして、このカメラ動き予測量計算装置 1 0 4 では、カメラ動き推定量と画像動揺データ関係係数とが乗算され、加算される処理が実行される。

すなわち、乗算器 1 2 1 は、カメラ動き推定量計算装置 1 0 3 より供給されるカメラ動き推定量と、画像動揺データ関係学習装置 1 より供給される画像動揺データ関係係数とを乗算し、加算器 1 2 2 に出力する。加算器 1 2 2 は、乗算器 1 2 1 より入力されたデータに、過去にレジスタ 1 2 3 に保持されていたデータを加算し、レジスタ 1 2 3 に供給し、再び保存させることで、乗算器 1 2 1 より供給されたデータを積分する。これにより、線形 1 次結合が演算される。レジスタ 1 2 3 より出力されたデータは、メモリ 1 2 4 に一旦

保持された後、カメラ動き予測量として出力される。

例えば、カメラ動き推定量計算装置 103 で計算したカメラ動き推定量が、2つのフレーム間の時間 i において、 V_{xi1} , V_{xi2} , \dots , V_{xin} であるとする。線形 1 次結合の係数 w_{x0} , w_{x1} , w_{x2} , \dots , w_{xn} は、動きベクトル検出の誤差、小物体動きの混入、仮定した 3 次元空間の対称性の不成立、カメラの焦点距離 f 、被写体の奥行き r 、カメラ動き推定量の単位と動きカメラ推定量の単位との間の変換係数をすべて考慮した値となっている。

したがって、2つのフレーム間の時間 i で複数個求められるカメラ動き推定量の線形 1 次結合を次式で示すように演算することにより、カメラ動き予測量 X'_i が得られる。

$$X'_i = w_{x0} + w_{x1} V_{xi1} + w_{x2} V_{xi2} + \dots + w_{xn} V_{xin} \quad (21)$$

以上の計算をシーンの画像の始めから終わりまで行うことで、各時間でのカメラ動き予測量 X' が求められる。

同様な処理により、カメラ動き予測量の他の成分 Y' , Z' , $ROLL'$, $PITCH'$, YAW' が計算される。

そして、ステップ S84 でカメラ動き予測量の計算処理を終了するとステップ S85 に進む。

ステップ S85 では、動揺データ計算装置 105 により、カメラ動き予測量から動揺データを計算する処理が実行される。

さらに、次のステップ S86 では、動揺データ計算装置 105 により、全フレームについてステップ S84 及びステップ S85 の処理を行った否かが判定される。未処理のフレームがある場合にはステップ S84 に戻って未処理のフレームについてカメラ動き予測量

の計算処理を行う。そして、ステップS 8 4～ステップS 8 6の処理を1フレーム毎に繰り返し、全フレームについて処理を行うと、動揺データの生成処理を終了する。

ここで、動揺データについて説明する。

以上のようにして計算されたカメラ動き予測量に基づいて、動揺データ計算装置105により、動揺データが生成され、駆動制御装置5は、その動揺データに基づいて座席6を駆動するのであるが、劇場などの特定の場所に固定された座席6を通じて、動揺データを提示する制約から、座席6を実際のように際限なく回転したり、並進させることはできない。

そこで、この臨場感体験装置10における動揺データは、実際の角度あるいは位置の変化をそのまま与えるためのデータとしての実動揺データと、回転角速度又は並進加速度の変化に応じて、それぞれパルスの又はステップ的に角度変化を与える代替動揺データとから構成される。

自動車を路面に沿って走行させる場合の実動揺データと代替動揺データは、例えば次の表1に示すように構成される。

表 1：実動揺データと代替動揺データを示す表

	実動揺		代替動揺	
動揺成分	表現される物理量		表現される物理量	
pitch	路面の前後の傾き	pitch	加減速による慣性力	x''
roll	路面の左右の傾き	roll	カーブ時の遠心力	$x' yaw'$
yaw			カーブ時の車首振り	yaw'
x	前後方向の振動	x		
y	左右方向の振動	y		
z	上下方向の振動	z		

実動揺データとしては、路面の前後の傾き、路面の左右の傾き、前後方向の振動、左右方向の振動及び上下方向の振動が挙げられる。路面の前後の傾きは、動揺成分 *pitch* で表現され、路面の左右の傾きは、動揺成分 *roll* で表現される。前後方向の振動、左右方向の振動、又は、上下方向の振動は、それぞれ動揺成分 *x*、*y*、*z* で表現される。

代替動揺データとしては、加減速による慣性力、カーブ時の遠心力及びカーブ時の車首振りが挙げられる。加減速による慣性力は、動揺成分 *x* の二重微分値 x'' で表現され、カーブ時の遠心力は、動揺成分 *x* の微分値 x' と動揺成分 *yaw* の微分値 yaw' の積 $x' \cdot yaw'$ で表現される。カーブ時の車首振りは、動揺成分 *yaw* の微分値 yaw' で表現される。

加減速による慣性力は、動揺成分 *pitch* に対応し、カーブ時の遠心力は、動揺成分 *roll* に対応し、カーブ時の車首振りは、

動揺成分 yaw に対応する。

動揺成分 $pitch$, $roll$, yaw , x , y , z の、それぞれ表 1 に示す実動揺成分 $pitch_r$, $roll_r$, yaw_r , x_r , y_r , z_r は、それぞれ以下のように計算される。

実動揺成分 $pitch_r$ は、

$$pitch_r = LPF(\Sigma PITCH') \quad (22)$$

すなわち、カメラ動き予測量 $PITCH'$ の積分 $\Sigma PITCH'$ から低域成分 $LPF(\Sigma PITCH')$ を求める計算により得られる。

また、実動揺成分 $roll_r$ は、

$$roll_r = LPF(\Sigma ROLL') \quad (23)$$

すなわち、カメラ動き予測量 $ROLL'$ の積分 $\Sigma ROLL'$ から低域成分 $LPF(\Sigma ROLL')$ を求める計算により得られる。

また、実動揺成分 x_r は、

$$x_r = HPF(\Sigma X') \quad (24)$$

すなわち、カメラ動き予測量 X' の積分 $\Sigma X'$ から高域成分 $HPF(\Sigma X')$ を求める計算により得られる。

また、実動揺成分 y_r は、

$$y_r = HPF(\Sigma Y') \quad (25)$$

すなわち、カメラ動き予測量 Y' の積分 $\Sigma Y'$ から高域成分 $HPF(\Sigma Y')$ を求める計算により得られる。

さらに、実動揺成分 z_r は、

$$z_r = HPF(\Sigma Z') \quad (26)$$

すなわち、カメラ動き予測量 Z' の積分 $\Sigma Z'$ から高域成分 $HPF(\Sigma Z')$ を抽出することにより生成される。

また、表 1 に示した代替動揺成分 $pitch_s$, $roll_s$, y

$a w_s$ は、それぞれ次のように計算される。

代替動揺成分 $p i t c h_s$ は、

$$p i t c h_s = L P F (\Delta X') \quad (27)$$

すなわち、カメラ動き予測量 X' の差分 $\Delta X'$ から低域成分 $L P F (\Delta X')$ を求める計算により得られる。

また、代替動揺成分 $r o l l_s$ は、

$$r o l l_s = L P F (X') L P F (Y A W') \quad (28)$$

すなわち、カメラ動き予測量 X' の低域成分 $L P F (X')$ とカメラ動き予測量 $Y A W'$ の低域成分 $L P F (Y A W')$ の積を求める計算により得られる。

さらに、代替動揺成分 $y a w_s$ は、

$$y a w_s = L P F (Y A W') \quad (29)$$

すなわち、カメラ動き予測量 $Y A W'$ の低域成分 $L P F (Y A W')$ を求める計算により得られる。

そして、本実施の形態においては、動揺データは、実動揺データと代替動揺データの和を取って、次のように演算される。

$$p i t c h = p i t c h_r + p i t c h_s \quad (30)$$

$$r o l l = r o l l_r + r o l l_s \quad (31)$$

$$y a w = y a w_s \quad (32)$$

$$x = x_r \quad (33)$$

$$y = y_r \quad (34)$$

$$z = z_r \quad (35)$$

以上のような式に基づいた演算を行うために、動揺データ計算装置 105 は、例えば図 21 に示すように構成される。カメラ動き予測量のうち、 $P I T C H'$ は、加算器 131-1 とレジスタ 132

ー 1 により積分され、メモリ 134-1 に記憶される。メモリ 134-1 に記憶されたデータのうち、低域成分がローパスフィルタ (LPF) 135-1 により抽出される。すなわち、これにより、式 (22) の演算を行い、実動揺成分 $pitch_r$ を生成する。このようにして生成された実動揺成分 $pitch_r$ は、加算器 136 に供給される。

加算器 136 にはまた、式 (27) に示した代替動揺データ $pitch_s$ が供給されている。すなわち、減算器 133 は、カメラ動き予測量のうちの成分 X' から、レジスタ 132-2 に保持されている値を減算し、その差分をメモリ 134-2 に供給し、記憶させる。ローパスフィルタ (LPF) 135-2 は、メモリ 134-2 に記憶された差分データの低域成分を抽出し、代替動揺データ $pitch_s$ として、加算器 136 に出力する。

加算器 136 は、ローパスフィルタ (LPF) 135-2 より供給された代替動揺成分 $pitch_s$ をローパスフィルタ (LPF) 135-1 より供給された実動揺データ成分 $pitch_r$ と加算することにより、式 (30) の演算を行い、その演算結果を $pitch$ として出力する。

カメラ動き予測量のうち、成分 $ROLL'$ は、加算器 131-2 とレジスタ 132-3 により積分され、メモリ 134-3 に供給され、記憶される。ローパスフィルタ (LPF) 135-3 は、メモリ 134-3 に記憶されたデータの低域成分を抽出し、加算器 138 に出力する。すなわち、これにより、式 (23) の演算が行われる。

加算器 138 にはまた、式 (28) で示す代替動揺成分 $roll$

。が供給されている。すなわち、ローパスフィルタ (LPF) 135-4は、成分 X' の低域成分を抽出し、乗算器137に出力している。また、ローパスフィルタ135-5は、成分 YAW' の低域成分を抽出し、乗算器137に出力している。乗算器137は、ローパスフィルタ135-4の出力と、ローパスフィルタ (LPF) 135-5の出力を乗算することで、式(28)に示す演算を行い、その演算結果を加算器1-38に出力している。加算器138は、ローパスフィルタ (LPF) 135-3の出力と乗算器137の出力を加算することにより、式(31)の演算を行い、その演算結果を $roll$ として出力する。

ローパスフィルタ (LPF) 135-6は、カメラ動き予測量の成分 YAW' の低域成分を抽出することにより式(29)で示す演算を行い、その演算結果を式(32)に従って yaw として出力する。

カメラ動き予測量のうち、成分 X' は、加算器131-3とレジスタ132-4により積分され、メモリ134-4に供給され、記憶される。ハイパスフィルタ (HPF) 135-7は、メモリ134-4に記憶されたデータから高域成分を抽出することにより、式(24)の演算を行い、その演算結果を式(33)に従って x として出力する。

カメラ動き予測量の成分 Y' は、加算器131-4とレジスタ132-5により積分され、メモリ134-5に供給され、記憶される。ハイパスフィルタ (HPF) 135-8は、メモリ134-5に記憶されたデータの高域成分を抽出することにより、式(25)の演算の演算を行い、その演算結果を式(34)に従って y として

出力する。

カメラ動き予測量のうち、成分 Z' は、加算器131-5とレジスタ132-6により積分され、メモリ134-6に供給され、記憶される。ハイパスフィルタ（HPF）135-9は、メモリ134-6に記憶されたデータの高域成分を抽出することで、式（26）の演算を行い、その演算結果を式（35）に従って z として出力される。

次に、図22のフローチャートを参照して、動揺データ計算装置105の動作について説明する。ステップS111において、実動揺成分 $pitch_r$, $roll_r$, x_r , y_r , z_r が計算される。すなわち、カメラ動き予測量のうち、成分 $PITCH'$ が加算器131-1とレジスタ132-1により積分され、メモリ134-1に記憶される。メモリ134-1に記憶されたデータは、ローパスフィルタ（LPF）135-1により、その低域成分が抽出され、成分 $pitch_r$ として加算器136に供給される。

カメラ動き予測量 $ROLL'$ は、加算器131-2とレジスタ132-3により積分され、メモリ134-3に記憶される。ローパスフィルタ（LPF）135-3は、メモリ134-3に記憶されたデータの低域成分を抽出し、成分 $roll_r$ として、加算器138に出力する。

カメラ動き予測量の成分 X' は、加算器131-3とレジスタ132-4により積分され、メモリ134-4に記憶される。ハイパスフィルタ（HPF）135-7は、メモリ134-4に記憶されたデータの高域成分を抽出し、成分 x_r とする。

カメラ動き予測量のうち、成分 Y' は、加算器131-4とレジ

スタ 132-5 により積分され、メモリ 134-5 に記憶される。
ハイパスフィルタ (HPF) 135-8 は、メモリ 134-5 に記憶されたデータのうち、高域成分を抽出し、成分 y_r とする。

カメラ動き予測量のうち、成分 Z' は、加算器 131-5 とレジスタ 132-6 により積分され、メモリ 134-6 に記憶される。
ハイパスフィルタ (HPF) 135-9 は、メモリ 134-6 に記憶されたデータの高域成分を抽出し、成分 z_r とする。

次に、ステップ S112 において、代替動揺成分 $pitch_s$, $roll_s$, yaw_s が計算される。

すなわち、減算器 133 は、現在のカメラ動き予測量のうちの成分 X' から、レジスタ 132-2 より供給される過去の成分を減算し、メモリ 134-2 に供給し、記憶させる。ローパスフィルタ (LPF) 135-2 は、メモリ 134-2 に記憶されているデータの低域成分を代替動揺成分 $pitch_s$ として、加算器 136 に出力する。

ローパスフィルタ (LPF) 135-4 は、カメラ動き予測量のうち、成分 X' の低域成分を抽出し、ローパスフィルタ (LPF) 135-5 は、カメラ動き予測量のうち、成分 YAW' の低域成分を抽出する。乗算器 137 は、ローパスフィルタ (LPF) 135-4 の出力とローパスフィルタ (LPF) 135-5 の出力を乗算し、成分 $roll_s$ を生成し、加算器 138 に出力する。

ローパスフィルタ (LPF) 135-6 は、カメラ動き予測量のうち、成分 YAW' の低域成分を抽出し、成分 yaw_s とする。

さらに、ステップ S113 において、ステップ S111 で演算された実動揺成分データと、ステップ S112 で生成された代替動揺

成分データの和が計算される。すなわち、加算器 136 は、ローパスフィルタ (LPF) 135-1 より供給される実動揺データ成分 $pitch_r$ と、ローパスフィルタ (LPF) 135-2 より供給される代替動揺成分データ $pitch_s$ とを加算し、動揺データの成分 $pitch$ として出力する。

加算器 138 は、ローパスフィルタ (LPF) 135-3 より供給される実動揺成分 $roll_r$ と、乗算器 137 より供給される代替動揺成分データ $roll_s$ とを加算し、動揺データの成分 $roll$ として出力する。

ローパスフィルタ (LPF) 135-6 は、抽出した代替動揺成分データ yaw_s を、そのまま動揺データの成分 yaw として出力する。ハイパスフィルタ (LPF) 135-7~135-9 は、生成した実動揺成分 x_r , y_r , z_r を、それぞれ動揺データの成分 x , y , z として出力する。

以上のようにして、動揺データ生成装置 2 により生成された動揺データは、駆動制御装置 5 に供給される。また、動揺データ生成装置 2 が、動揺データを生成する際に用いた画像が画像提示装置 3 に供給される。画像提示装置 3 と駆動制御装置 5 は、同期制御装置 7 により制御され、相互に同期して動作する。画像提示装置 3 は、提供された画像をスクリーン 4 に表示させる。また、駆動制御装置 5 は、供給された動揺データに基づいて、座席 6 を駆動する。

ここで、駆動制御装置 5 により駆動される座席 6 の具体的な構成例を図 23 及び図 24 に示す。図 23 は、座席 6 の側面図であり、図 24 は、座席 6 を上面から見た図である。

座席 6 は、アクチュエータとして 6 本のピストン 141-1~1

４１－６を備えており、これらのピストン１４１－１～１４１－６により台座１４２が支えられている。台座１４２には、椅子１４３が固定されており、この椅子１４３の上に観客１４４が座るようになされている。ピストン１４１－１～１４１－６は、それぞれ中心軸に沿って伸縮運動ができるようになされている。ピストン１４１－１～１４１－６が、動揺データ生成装置２により生成された動揺データに従って駆動制御装置５により駆動され、伸縮運動をすることによって、台座１４２が動揺し、さらに台座１４２に固定されている椅子１４３が動揺する。

これにより、座席６に座ってスクリーン４に表示されている画像を観察している観察者は、あたかもスクリーン４に表示されている画像を撮影した乗り物に乗っているような臨場感を体験することができる。

なお、画像動揺データ関係学習装置１において画像動揺データ関係係数を得るための学習処理や、動揺データ生成装置２においてカメラ動き推定量を求め動揺データを生成するための各種演算処理は、例えば図２５に示すように、バス２１１に接続されたＣＰＵ(Central Processing Unit) ２１２、メモリ２１３、入力インターフェース２１４、ユーザインターフェース２１５や出力インターフェース２１６などにより構成される一般的なコンピュータシステム２１０により実行することができる。上記処理を実行するコンピュータプログラムは、記録媒体に記録されてユーザに提供される。上記記録媒体には、磁気ディスク、ＣＤ－ＲＯＭなどの情報記録媒体の他、インターネット、デジタル衛星などのネットワークによる伝送媒体も含まれる。

以上の如く、本発明によれば、画像を撮像したビデオカメラのカメラ動き推定量を演算するとともに、センサにより取得した動揺データから、ビデオカメラの動いた量を表すカメラ動き量を演算し、カメラ動き推定量とカメラ動き量との対応を、線形 1 次結合の係数として学習するようにしたので、既存の画像資源を利用して、その画像を撮像した乗り物にあたかも乗っているような臨場感を体験させることが可能な動揺データを生成することが可能となる。また、カメラ動き推定量を演算し、カメラ動き推定量と、予め記憶されている係数を線形 1 次結合することで、カメラ動き予測量を演算し、演算されたカメラ動き予測量に基づいて、座席を駆動するとき用いられる動揺データを演算するようにしたので、簡単かつ確実に、既存の画像に基づいて、動揺データを生成することが可能となる。

請求の範囲

1. ビデオカメラによって撮影された所望の画像信号から検出される上記ビデオカメラの動きを示すカメラ動き推定情報と、上記ビデオカメラによる上記所望の画像信号の撮像と同時に、物理的な動きを検出するセンサによって取得された上記ビデオカメラの物理的な動きを示すカメラ動き情報とに基づいて、学習を行うことによって予め生成された関係情報を記憶する記憶手段と、

入力画像信号から、上記入力画像信号に対するカメラ動き推定情報を検出するカメラ動き推定情報検出手段と、

上記カメラ動き推定情報検出手段によって検出されたカメラ動き推定情報と、上記関係情報とに基づいて、上記入力画像信号に対するカメラ動き予測情報を生成するカメラ動き予測情報生成手段とを備えることを特徴とする情報処理装置。

2. 上記カメラ動き予測情報に基づいて、オブジェクトを動揺するための動揺信号を生成する動揺信号生成手段をさらに備えることを特徴とする請求の範囲第1項記載の情報処理装置。

3. 上記動揺信号に基づいて上記オブジェクトを駆動する駆動手段をさらに備えることを特徴とする請求の範囲第2項記載の情報処理装置。

4. 上記オブジェクトとして椅子をさらに備えることを特徴とする請求の範囲第2項記載の情報処理装置。

5. 上記駆動手段と同期して上記入力画像信号を表示する表示手段をさらに備えることを特徴とする請求の範囲第4項記載の情報処

理装置。

6. 上記カメラ動き推定情報検出手段は、上記入力画像信号から動きベクトルを検出する動きベクトル検出部と、上記動きベクトルに基づいて、動き中心を検出する動き中心検出部と、上記動きベクトルと上記動き中心とに基づいて、上記カメラ動き推定情報を検出するカメラ動き推定情報検出部とを備えることを特徴とする請求の範囲第1項記載の情報処理装置。

7. 上記動き中心検出部は、複数の画素位置において、それぞれ上記動きベクトルを複数フレームに亘って積分する積分部と、上記積分部の積分結果に基づいて上記動き中心を決定する動き中心決定部とを有することを特徴とする請求の範囲第6項記載の情報処理装置。

8. 上記積分部は、上記動きベクトルの水平成分と垂直成分とを別々に積分することを特徴とする請求の範囲第7項記載の情報処理装置。

9. 上記動きベクトル検出部は、上記入力画像信号の予め設定された複数の代表点について、上記動きベクトルを検出することを特徴とする請求の範囲第6項記載の情報処理装置。

10. 上記センサとして加速度センサを備えることを特徴とする請求の範囲第1項記載の情報処理装置。

11. 上記センサとして角速度センサを備えることを特徴とする請求の範囲第1項記載の情報処理装置。

12. 上記カメラ動き推定情報検出手段は、複数種類の成分から成るカメラ動き推定情報を生成することを特徴とする請求の範囲第1項記載の情報処理装置。

13. 上記カメラ動き予測情報生成手段は、上記カメラ動き推定情報と、上記関係情報との線形結合により、上記入力画像信号に対応する上記カメラ動き予測情報を生成することを特徴とする請求の範囲第1項記載の情報処理装置。

14. ビデオカメラによって撮像された所望の画像信号からカメラ動き推定情報を検出するカメラ動き推定情報検出手段と、

上記ビデオカメラによる上記所望の画像信号の撮像と同時に、物理的な動きを検出するセンサによって取得された上記ビデオカメラの物理的な動きを示すセンサ情報と、上記カメラ動き推定情報とに基づいて、任意の画像信号から上記任意の画像信号を撮像したビデオカメラの動きを表すカメラ動き予測情報を生成するための変換係数を生成する係数生成手段とを備えることを特徴とする学習装置。

15. 上記カメラ動き推定情報検出手段は、上記入力画像信号から動きベクトルを検出する動きベクトル検出部と、上記動きベクトルに基づいて、動き中心を検出する動き中心検出部と、上記動きベクトルと上記動き中心とに基づいて、上記カメラ動き推定情報を検出するカメラ動き推定情報検出部とを備えることを特徴とする請求の範囲第14項記載の学習装置。

16. 上記動き中心検出部は、複数の画素位置において、それぞれ上記動きベクトルを複数フレームに亘って積分する積分部と、上記積分部の積分結果に基づいて上記動き中心を決定する動き中心決定部とを有することを特徴とする請求の範囲第15項記載の学習装置。

17. 上記積分部は、上記動きベクトルの水平成分と垂直成分とを別々に積分することを特徴とする請求の範囲第16項記載の学習

装置。

18. 上記動きベクトル検出部は、上記入力画像信号の予め設定された複数の代表点について、上記動きベクトルを検出することを特徴とする請求の範囲第15項記載の学習装置。

19. 上記センサとして加速度センサを備えることを特徴とする請求の範囲第15項記載の学習装置。

20. 上記センサとして角速度センサを備えることを特徴とする請求の範囲第15項記載の学習装置。

21. 上記カメラ動き推定情報検出手段は、複数種類の成分から成るカメラ動き推定情報を生成することを特徴とする請求の範囲第15項記載の学習装置。

22. ビデオカメラによって撮影された所望の画像信号から検出される上記ビデオカメラの動きを示すカメラ動き推定情報と、上記ビデオカメラにより上記所望の画像信号の撮像と同時に、物理的な動きを検出するセンサによって取得された上記ビデオカメラの物理的な動きを示すカメラ動き情報とに基づいて、学習を行うことによって関係情報を生成するステップと、

入力画像信号から、上記入力画像信号に対するカメラ動き推定情報を検出するステップと、

検出されたカメラ動き推定情報と、上記関係情報とに基づいて、上記入力画像信号に対するカメラ動き予測情報を生成するステップとを有することを特徴とする情報処理方法。

23. 上記カメラ動き予測情報に基づいて、オブジェクトを動揺するための動揺信号を生成するステップをさらに有することを特徴とする請求の範囲第22項記載の情報処理方法。

24. 上記動揺信号に基づいて上記オブジェクトを駆動するステップをさらに有することを特徴とする請求の範囲第23項記載の情報処理方法。

25. 上記オブジェクトを駆動するステップでは、上記オブジェクトとして椅子を駆動することを特徴とする請求の範囲第24項記載の情報処理方法。

26. 上記オブジェクトを駆動と同期して上記入力画像信号を表示するステップをさらに有することを特徴とする請求の範囲第24項記載の情報処理方法。

27. 上記カメラ動き推定情報を検出するステップは、上記入力画像信号から動きベクトルを検出するステップと、上記動きベクトルに基づいて動き中心を検出するステップと、上記動きベクトルと上記動き中心とに基づいて、上記カメラ動き推定情報を検出するステップを有することを特徴とする請求の範囲第22項記載の情報処理方法。

28. 上記動き中心を検出するステップでは、複数の画素位置において、それぞれ上記動きベクトルを複数フレームに亘って積分し、その積分結果に基づいて上記動き中心を決定することを特徴とする請求の範囲第27項記載の情報処理方法。

29. 上記動き中心を検出するステップでは、上記動きベクトルの水平成分と垂直成分とを別々に積分することを特徴とする請求の範囲第28項記載の情報処理方法。

30. 上記動きベクトルを検出するステップでは、上記入力画像信号の予め設定された複数の代表点について、上記動きベクトルを検出することを特徴とする請求の範囲第27項記載の情報処理方法。

31. 上記関係情報を生成するステップでは、上記センサとして加速度センサにより取得された上記ビデオカメラの物理的な動きを示すカメラ動き情報に基づいて、上記関係情報を生成することを特徴とする請求の範囲第22項記載の情報処理方法。

32. 上記関係情報を生成するステップでは、上記センサとして角速度センサにより取得された上記ビデオカメラの物理的な動きを示すカメラ動き情報に基づいて、上記関係情報を生成することを特徴とする請求の範囲第22項記載の情報処理方法。

33. 上記カメラ動き推定情報を検出するステップでは、複数種類の成分からなるカメラ動き推定情報を生成することを特徴とする請求の範囲第22項記載の情報処理方法。

34. 上記カメラ動き予測情報を生成するステップでは、上記カメラ動き推定情報と上記関係情報との線形結合により、上記入力画像信号に対応する上記カメラ動き予測情報を生成することを特徴とする請求の範囲第22項記載の情報処理方法。

35. ビデオカメラによって撮像された所望の画像信号からカメラ動き推定情報を検出するステップと、

上記ビデオカメラによる上記所望の画像信号の撮像と同時に、物理的な動きを検出するセンサによって取得された上記ビデオカメラの物理的な動きを示すセンサ情報と上記カメラ動き推定情報とに基づいて、任意の画像信号から上記任意の画像信号を撮像したビデオカメラの動きを表すカメラ動き予測情報を生成するための変換係数を生成するステップと

を有することを特徴とする学習方法。

36. 上記カメラ動き推定情報を検出するステップは、上記入力

画像信号から動きベクトルを検出するステップと、上記動きベクトルに基づいて動き中心を検出するステップと、上記動きベクトルと上記動き中心とに基づいて上記カメラ動き推定情報を検出するステップを有することを特徴とする請求の範囲第35項記載の学習方法。

37. 上記動き中心を検出するステップでは、複数の画素位置において、それぞれ上記動きベクトルを複数フレームに亘って積分し、その積分結果に基づいて上記動き中心を決定することを特徴とする請求の範囲第36項記載の学習方法。

38. 上記動き中心を検出するステップでは、上記動きベクトルの水平成分と垂直成分とを別々に積分することを特徴とする請求の範囲第37項記載の学習方法。

39. 上記動きベクトルを検出するステップでは、上記入力画像信号の予め設定された複数の代表点について、上記動きベクトルを検出することを特徴とする請求の範囲第36項記載の学習方法。

40. 上記変換係数を生成するステップでは、上記センサとして加速度センサにより取得された上記ビデオカメラの物理的な動きを示すカメラ動き情報に基づいて上記変換係数を生成することを特徴とする請求の範囲第36項記載の学習方法。

41. 上記変換係数を生成するステップでは、上記センサとして角速度センサにより取得された上記ビデオカメラの物理的な動きを示すカメラ動き情報に基づいて上記変換係数を生成することを特徴とする請求の範囲第36項記載の学習方法。

42. 上記カメラ動き推定情報を検出するステップは、複数種類の成分からなるカメラ動き推定情報を生成することを特徴とする請求の範囲第36項記載の学習方法。

43. ビデオカメラによって撮影された所望の画像信号から検出される上記ビデオカメラの動きを示すカメラ動き推定情報と、上記ビデオカメラにより上記所望の画像信号の撮像と同時に、物理的な動きを検出するセンサによって取得された上記ビデオカメラの物理的な動きを示すカメラ動き情報とに基づいて、学習を行うことによって関係情報を生成するステップと、

入力画像信号から上記入力画像信号に対するカメラ動き推定情報を検出するステップと、

検出されたカメラ動き推定情報と上記関係情報とに基づいて、上記入力画像信号に対するカメラ動き予測情報を生成するステップとを有することを特徴とする情報処理をコンピュータにより実行させるプログラムを記録したプログラム記録媒体。

44. 上記プログラムは、上記カメラ動き予測情報に基づいて、オブジェクトを動揺するための動揺信号を生成するステップをさらに有することを特徴とする請求の範囲第43項記載のプログラム記録媒体。

45. 上記プログラムは、上記動揺信号に基づいて上記オブジェクトを駆動するステップをさらに有することを特徴とする請求の範囲第44項記載のプログラム記録媒体。

46. 上記オブジェクトを駆動するステップでは、上記オブジェクトとして椅子を駆動することを特徴とする請求の範囲第45項記載のプログラム記録媒体。

47. 上記プログラムは、上記オブジェクトを駆動と同期して上記入力画像信号を表示するステップをさらに有することを特徴とする請求の範囲第45項記載のプログラム記録媒体。

48. 上記入力画像信号に対するカメラ動き推定情報を検出するステップは、上記入力画像信号から動きベクトルを検出するステップと、上記動きベクトルに基づいて動き中心を検出するステップと、上記動きベクトルと上記動き中心とに基づいて、上記カメラ動き推定情報を検出するステップを有することを特徴とする請求の範囲第43項記載のプログラム記録媒体。

49. 上記動き中心を検出ステップでは、複数の画素位置において、それぞれ上記動きベクトルを複数フレームに亘って積分し、その積分結果に基づいて上記動き中心を決定することを特徴とする請求の範囲第48項記載のプログラム記録媒体。

50. 上記動き中心を検出ステップでは、上記動きベクトルの水平成分と垂直成分とを別々に積分することを特徴とする請求の範囲第49項記載のプログラム記録媒体。

51. 上記入力画像信号から動きベクトルを検出するステップでは、上記入力画像信号の予め設定された複数の代表点について、上記動きベクトルを検出することを特徴とする請求の範囲第48項記載のプログラム記録媒体。

52. 上記関係情報を生成するステップでは、上記センサとして加速度センサにより取得された上記ビデオカメラの物理的な動きを示すカメラ動き情報に基づいて上記関係情報を生成することを特徴とする請求の範囲第43項記載のプログラム記録媒体。

53. 上記関係情報を生成するステップでは、上記センサとして角速度センサにより取得された上記ビデオカメラの物理的な動きを示すカメラ動き情報に基づいて、上記関係情報を生成することを特徴とする請求の範囲第43項記載のプログラム記録媒体。

54. 上記カメラ動き推定情報を検出するステップでは、複数種類の成分からなるカメラ動き推定情報を生成することを特徴とする請求の範囲第43項記載のプログラム記録媒体。

55. 上記カメラ動き予測情報を生成するステップでは、上記カメラ動き推定情報と上記関係情報との線形結合により、上記入力画像信号に対応する上記カメラ動き予測情報を生成することを特徴とする請求の範囲第43項記載のプログラム記録媒体。

56. ビデオカメラによって撮像された所望の画像信号からカメラ動き推定情報を検出するステップと、

上記ビデオカメラによる上記所望の画像信号の撮像と同時に、物理的な動きを検出するセンサによって取得された上記ビデオカメラの物理的な動きを示すセンサ情報と上記カメラ動き推定情報とに基づいて、任意の画像信号から上記任意の画像信号を撮像したビデオカメラの動きを表すカメラ動き予測情報を生成するための変換係数を生成するステップとを有することを特徴とする学習処理をコンピュータにより実行させるプログラムを記録したプログラム記録媒体。

57. 上記カメラ動き推定情報を検出するステップは、上記入力画像信号から動きベクトルを検出するステップと、上記動きベクトルに基づいて動き中心を検出するステップと、上記動きベクトルと上記動き中心とに基づいて上記カメラ動き推定情報を検出するステップを有することを特徴とする請求の範囲第56項記載のプログラム記録媒体。

58. 上記動き中心を検出するステップでは、複数の画素位置において、それぞれ上記動きベクトルを複数フレームに亘って積分し、その積分結果に基づいて上記動き中心を決定することを特徴とする

請求の範囲第 5 7 項記載のプログラム記録媒体。

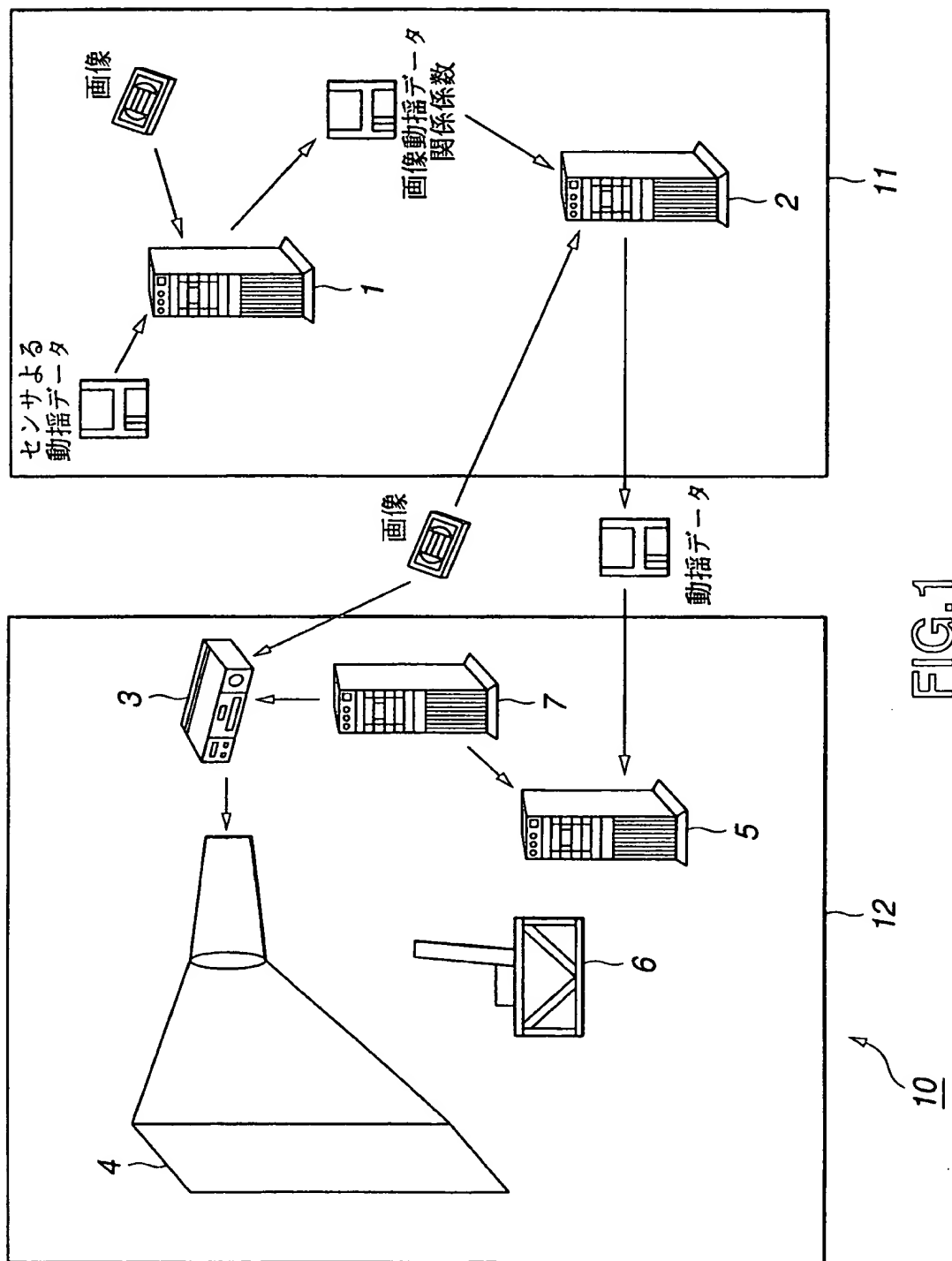
59. 上記動き中心を検出するステップでは、上記動きベクトルの水平成分と垂直成分とを別々に積分することを特徴とする請求の範囲第 5 8 項記載のプログラム記録媒体。

60. 上記動きベクトルを検出するステップでは、上記入力画像信号の予め設定された複数の代表点について、上記動きベクトルを検出することを特徴とする請求の範囲第 5 6 項記載のプログラム記録媒体。

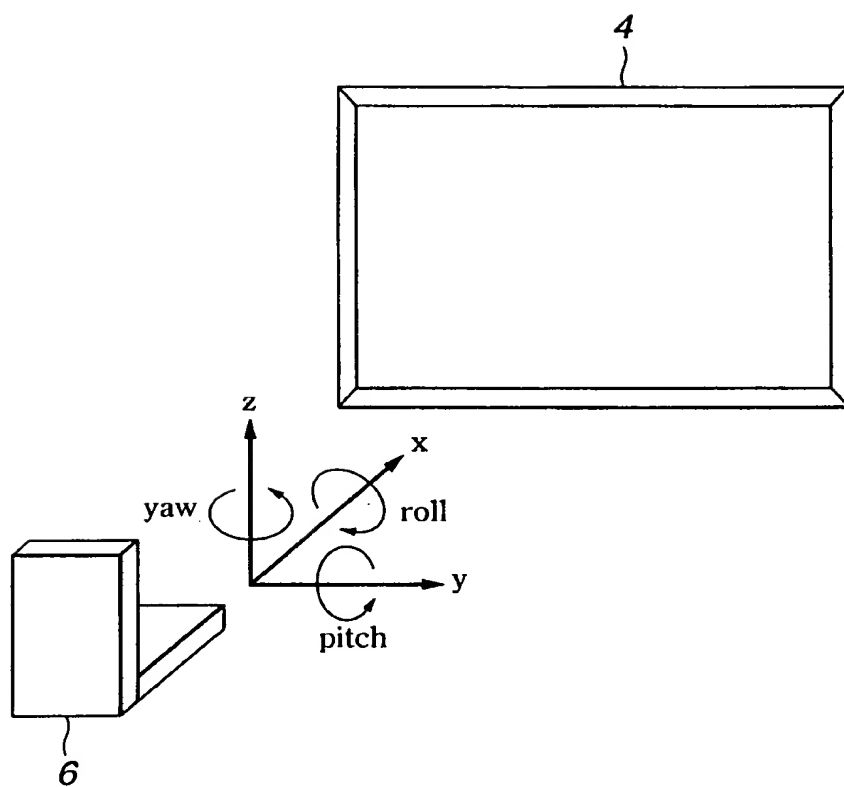
61. 上記変換係数を生成するステップでは、上記センサとして加速度センサにより取得された上記ビデオカメラの物理的な動きを示すカメラ動き情報に基づいて上記変換係数を生成することを特徴とする請求の範囲第 5 6 項記載のプログラム記録媒体。

62. 上記変換係数を生成するステップでは、上記センサとして角速度センサにより取得された上記ビデオカメラの物理的な動きを示すカメラ動き情報に基づいて上記変換係数を生成することを特徴とする請求の範囲第 5 6 項記載のプログラム記録媒体。

63. 上記カメラ動き推定情報を検出するステップでは、複数種類の成分からなるカメラ動き推定情報を生成することを特徴とする請求の範囲第 5 6 項記載のプログラム記録媒体。



2/23

**FIG.2**

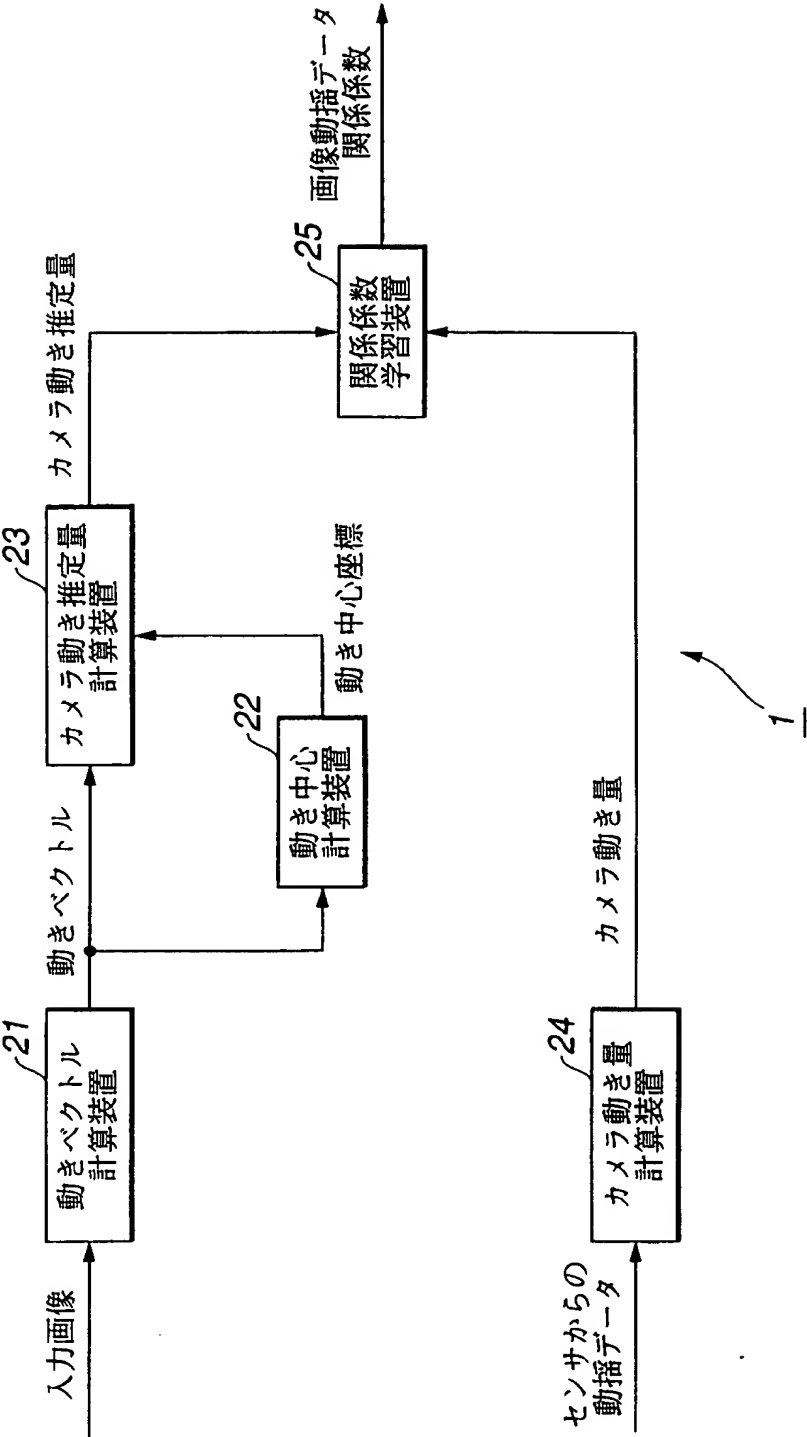


FIG.3

4/23

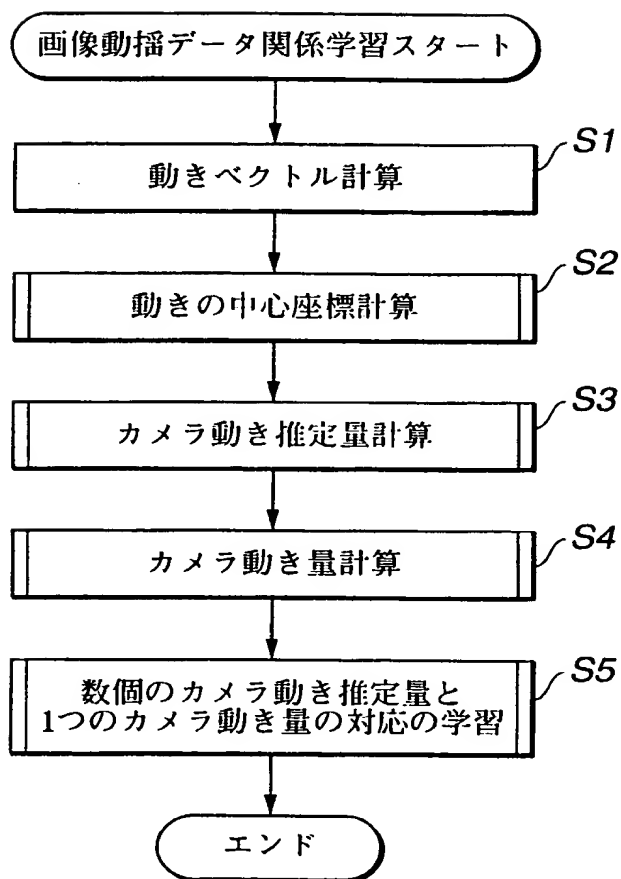


FIG.4

5/23

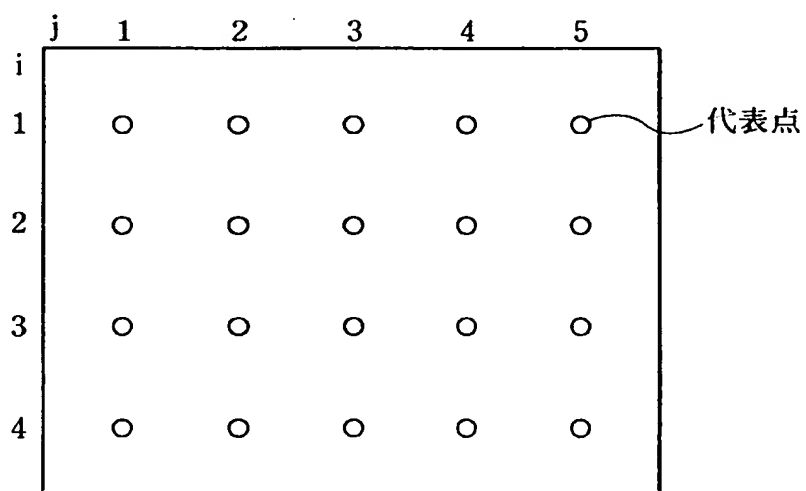


FIG.5

6/23

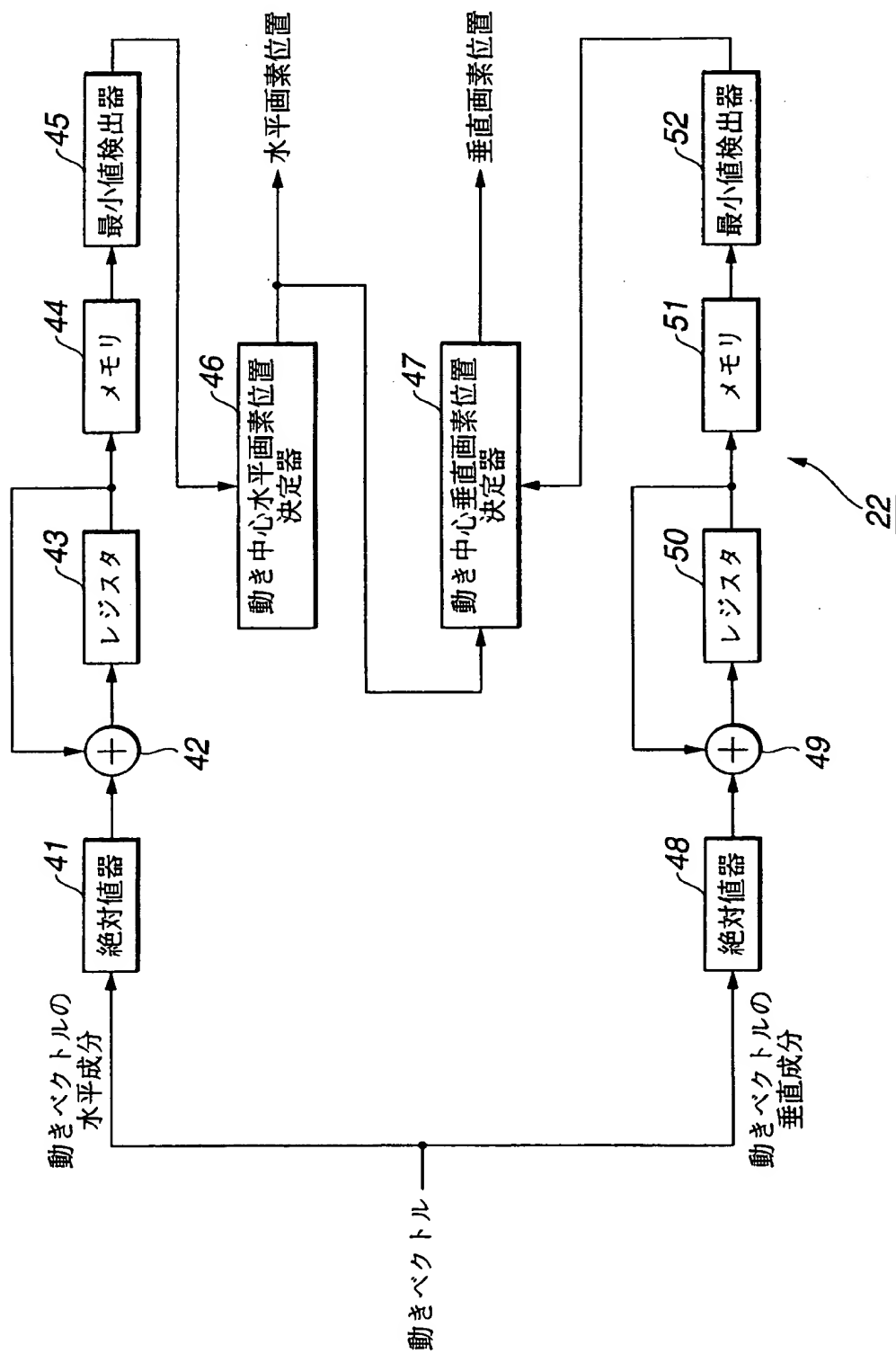


FIG.6

7/23

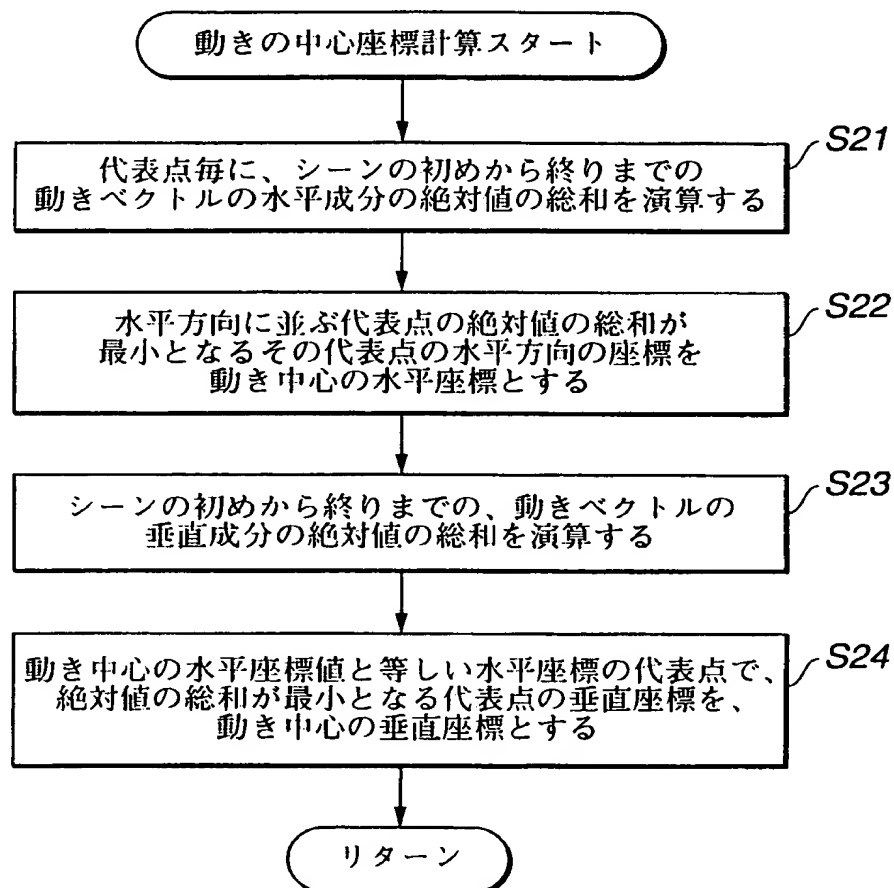


FIG.7

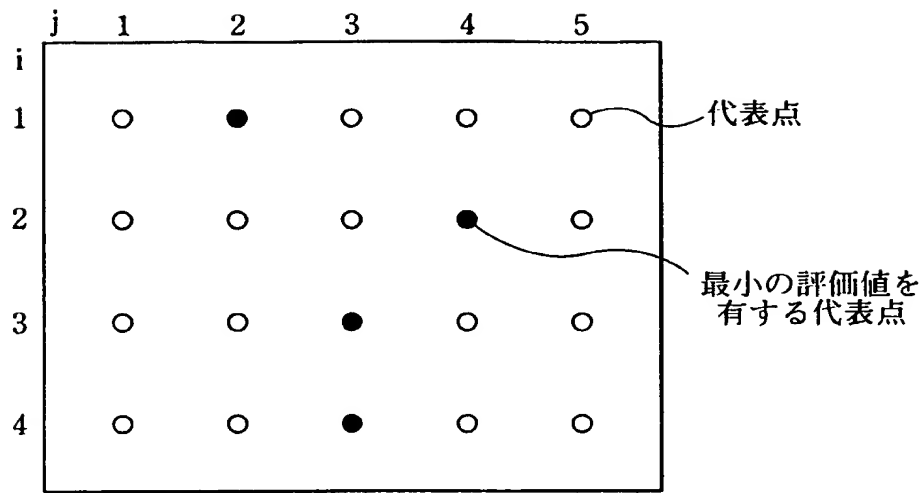


FIG.8

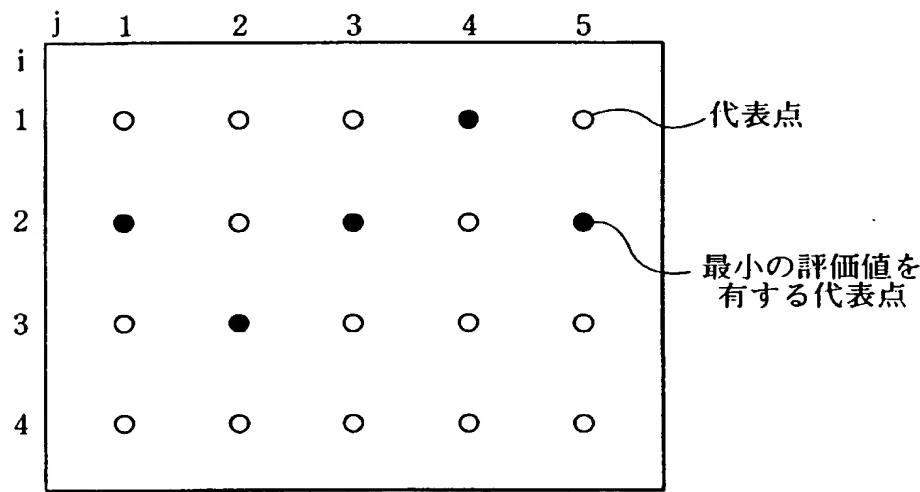


FIG.9

9/23

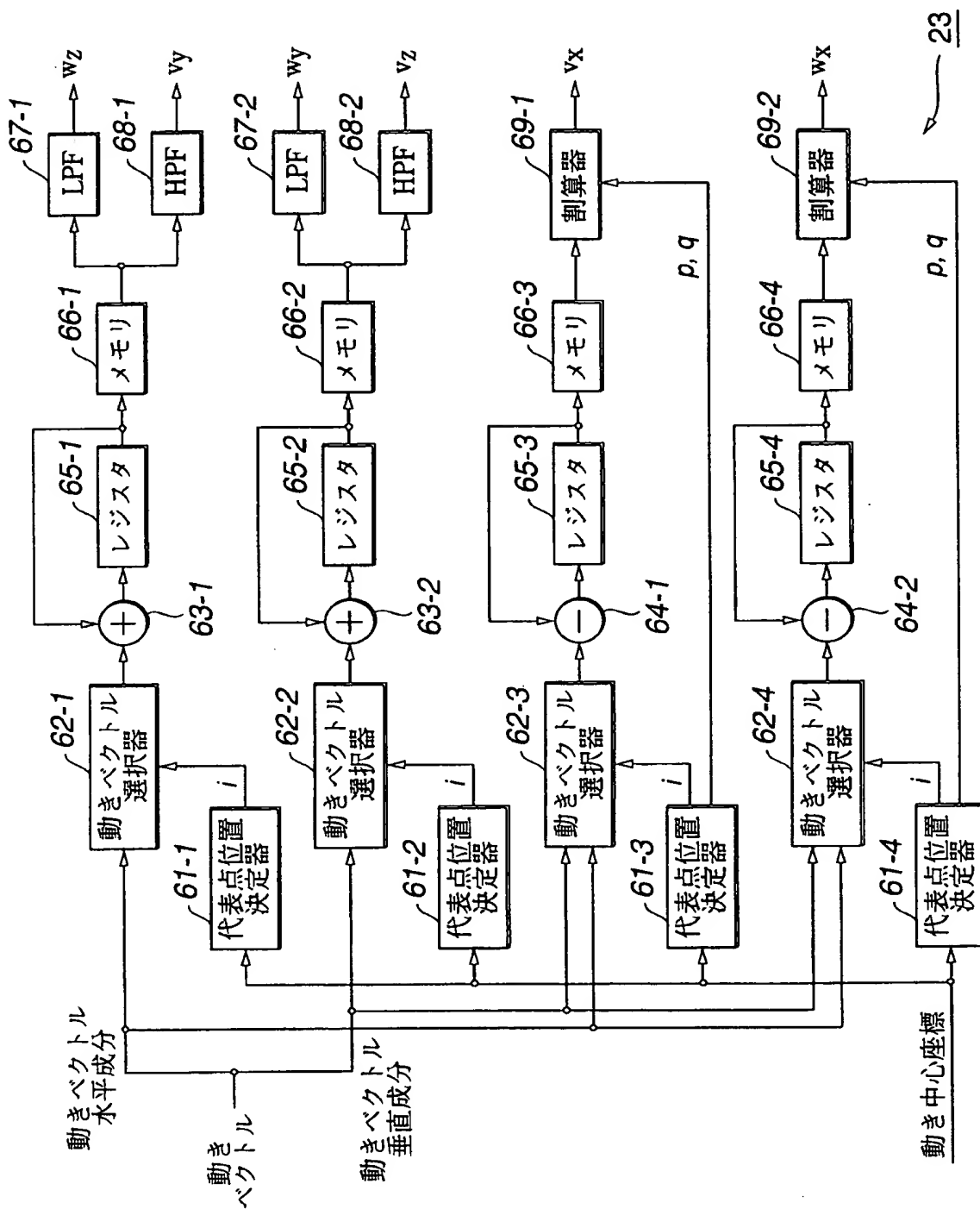


FIG.10

23

10/23

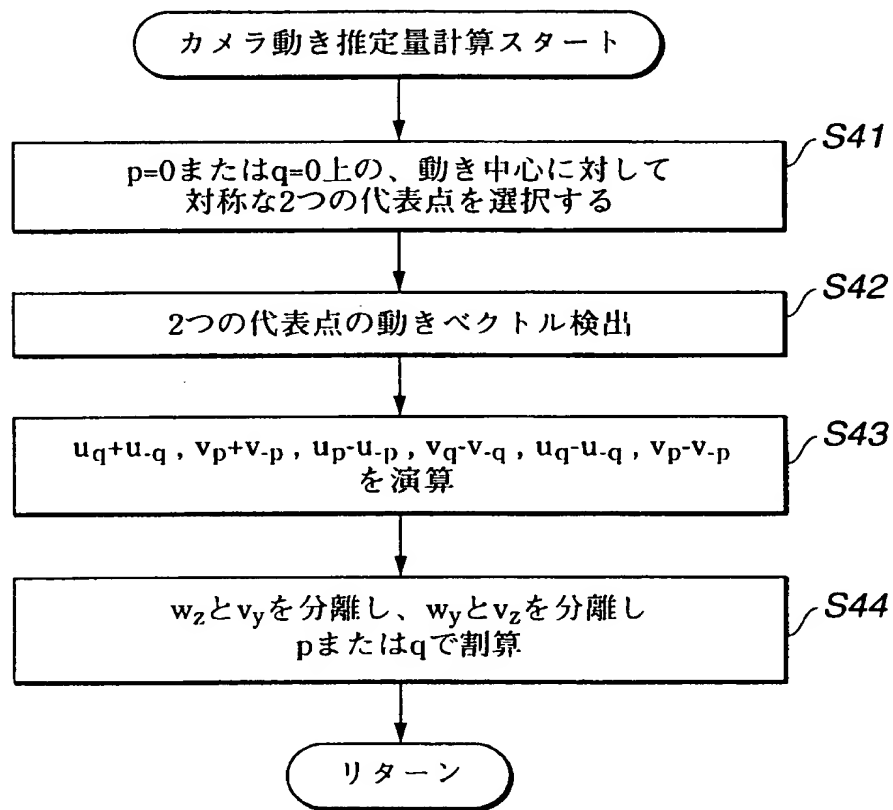


FIG.11

11/23

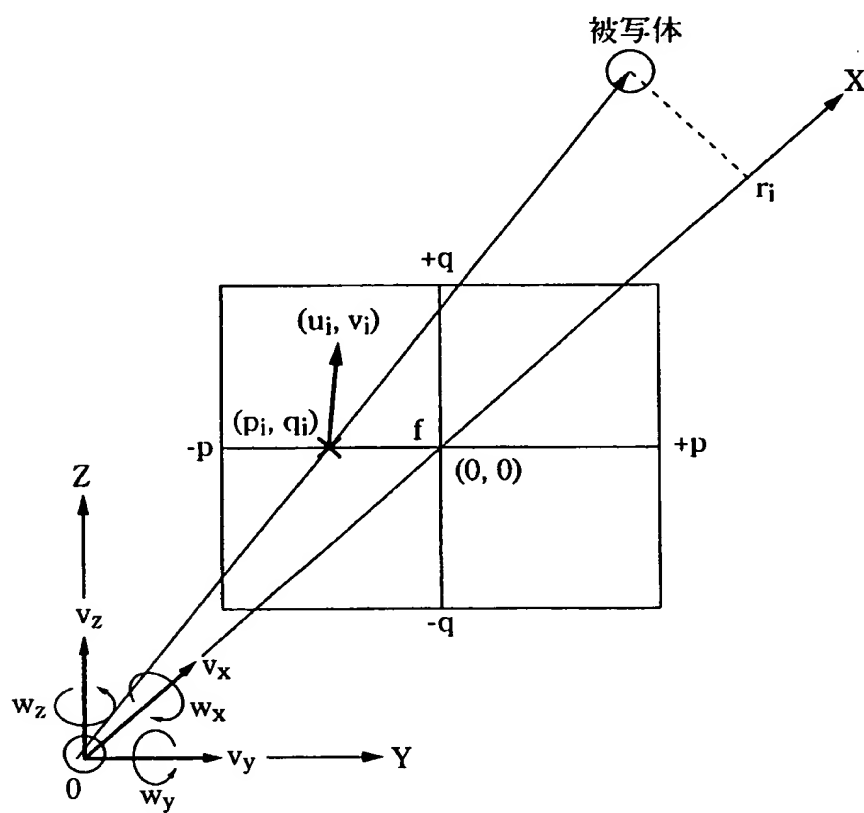


FIG.12

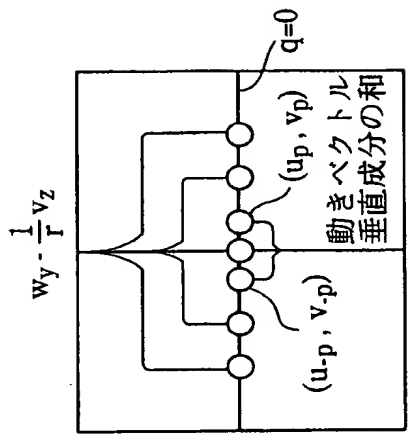


FIG. 13A

FIG. 13B

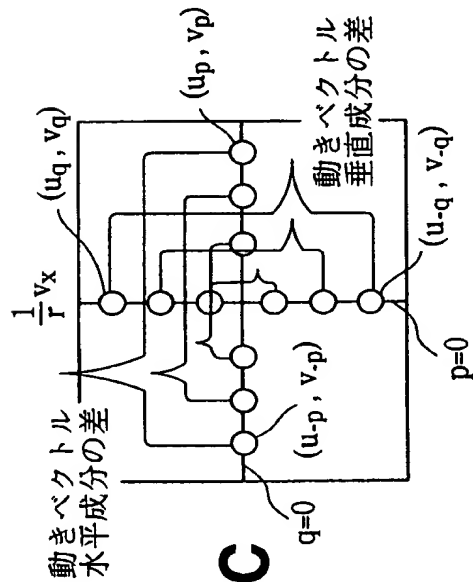
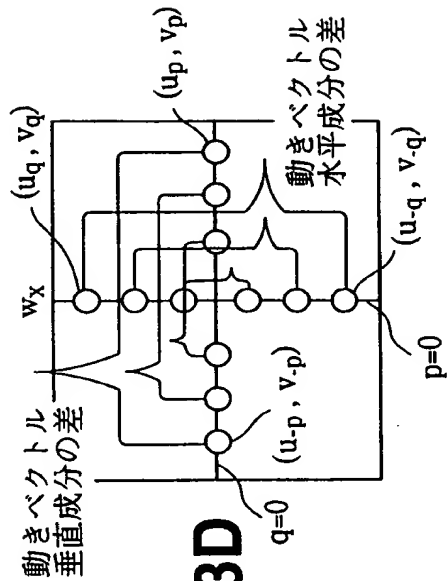


FIG. 13C

FIG. 13D



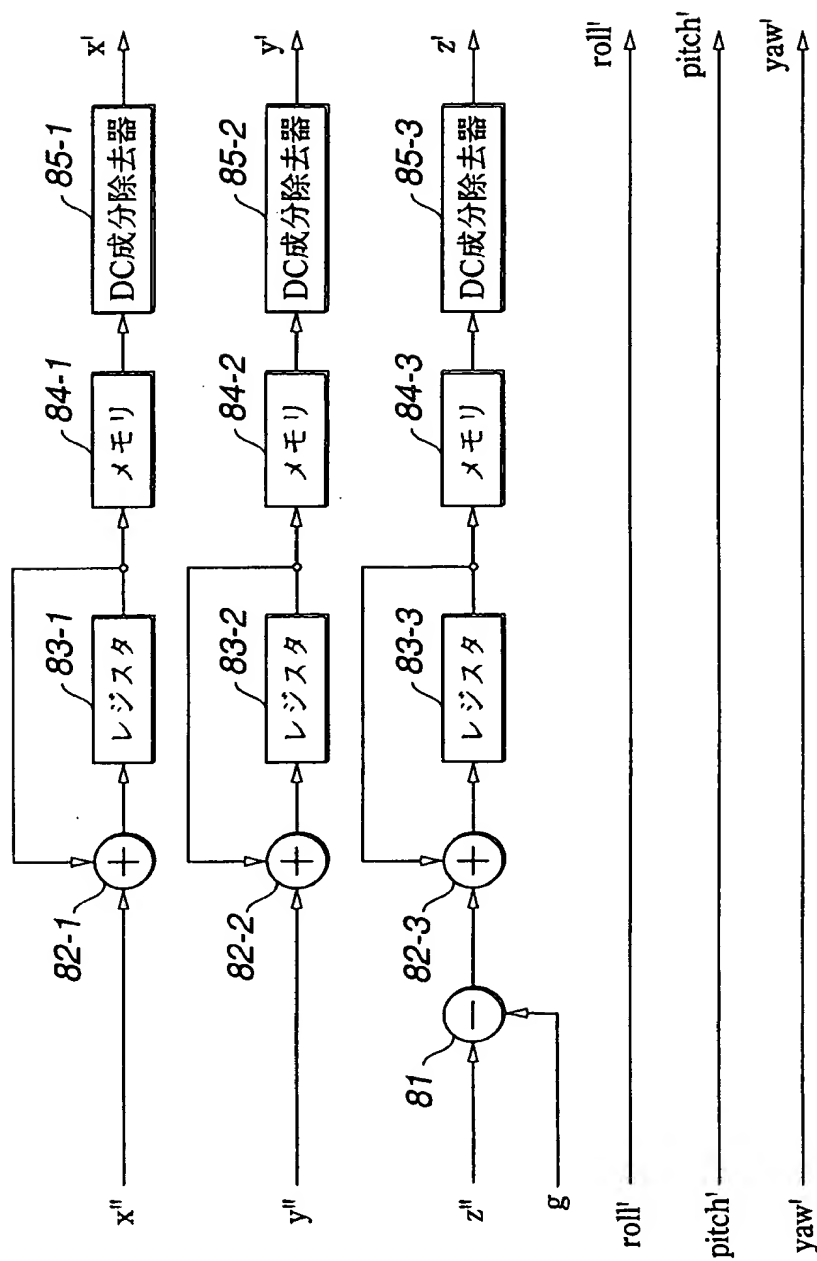


FIG.14

14/23

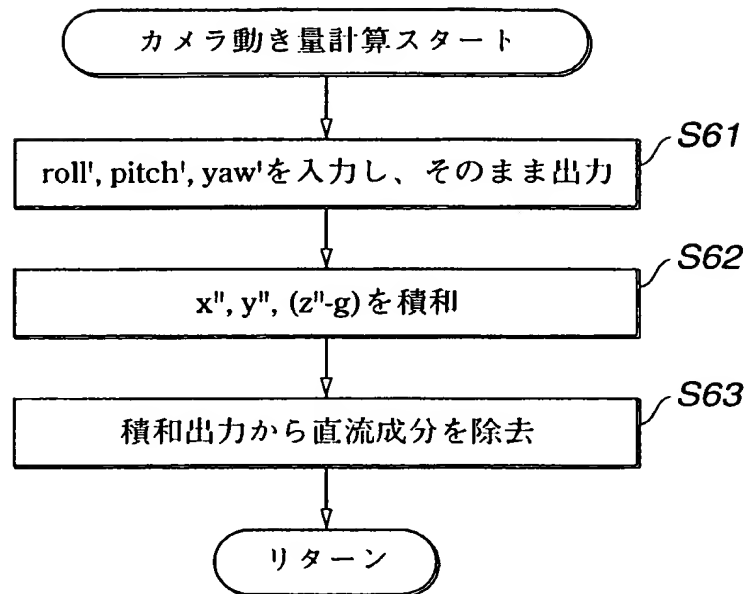


FIG.15

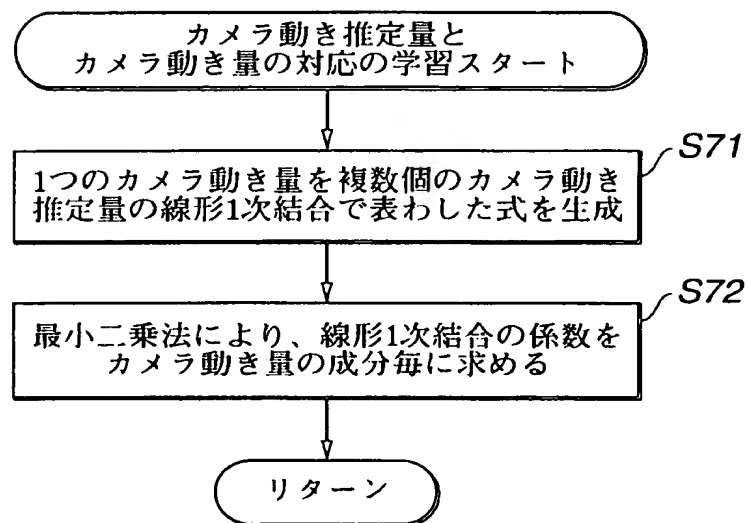


FIG.16

15/23

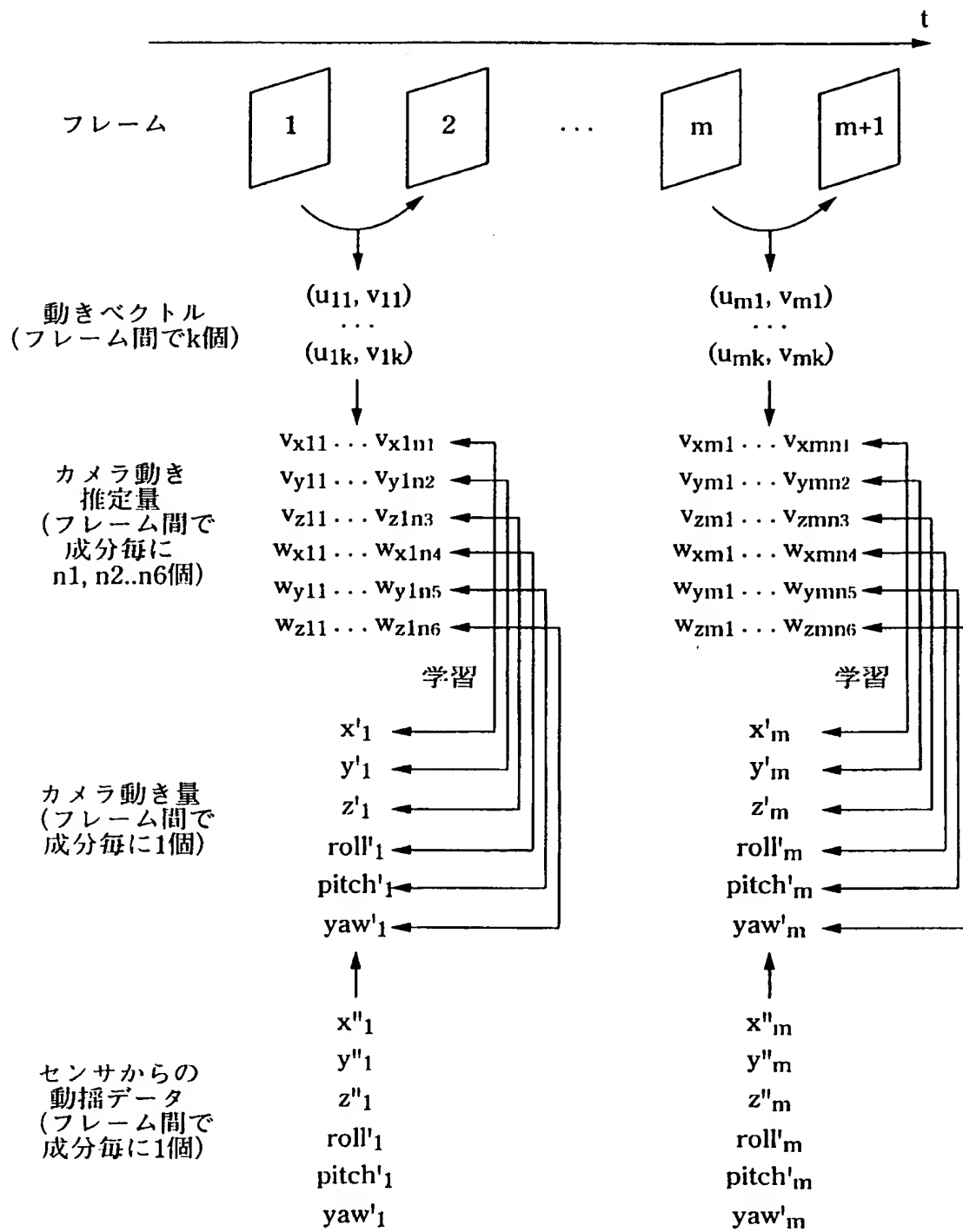


FIG.17

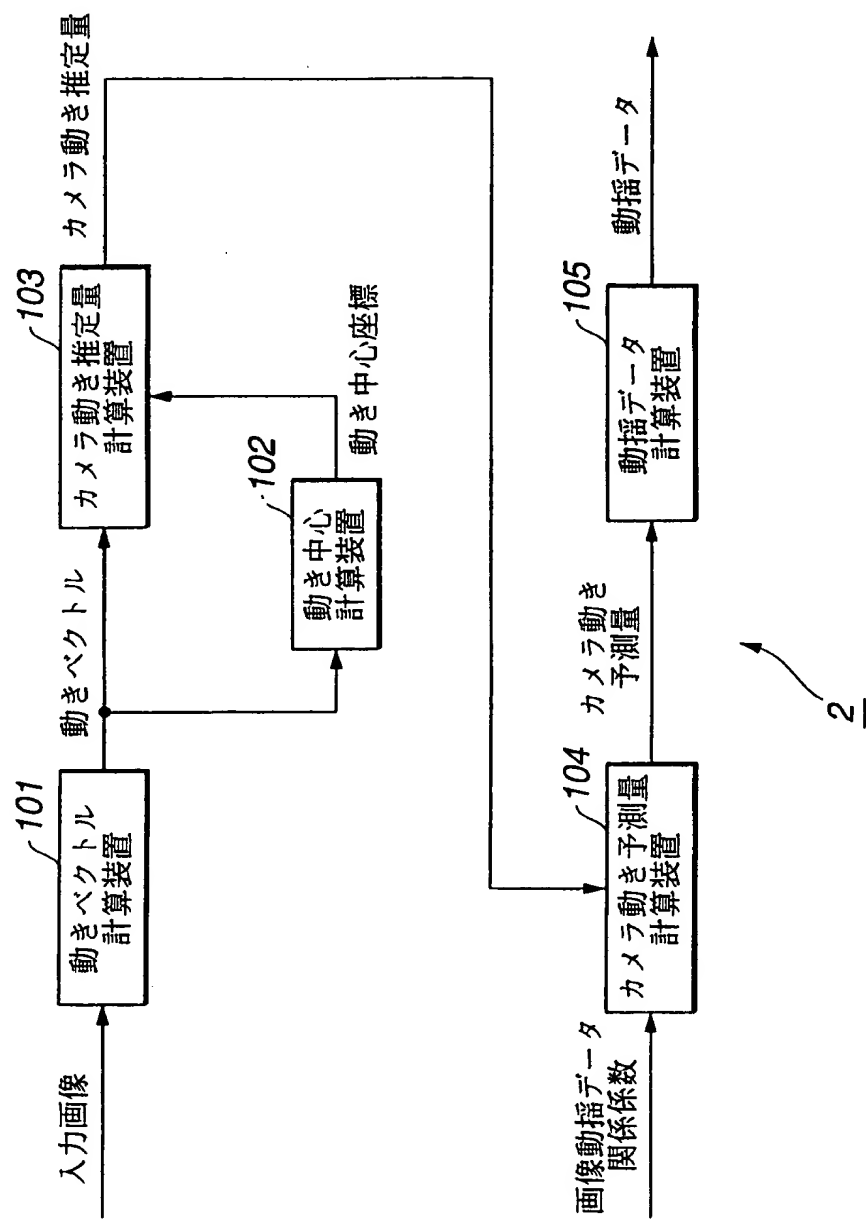


FIG.18

17/23

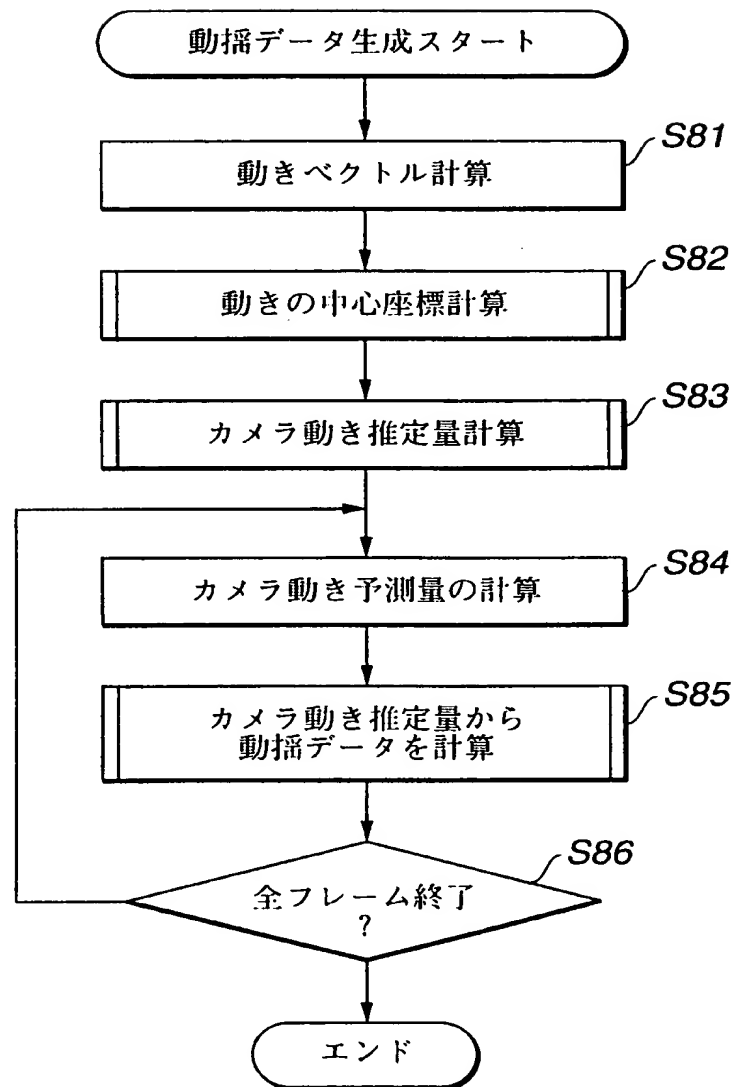


FIG.19

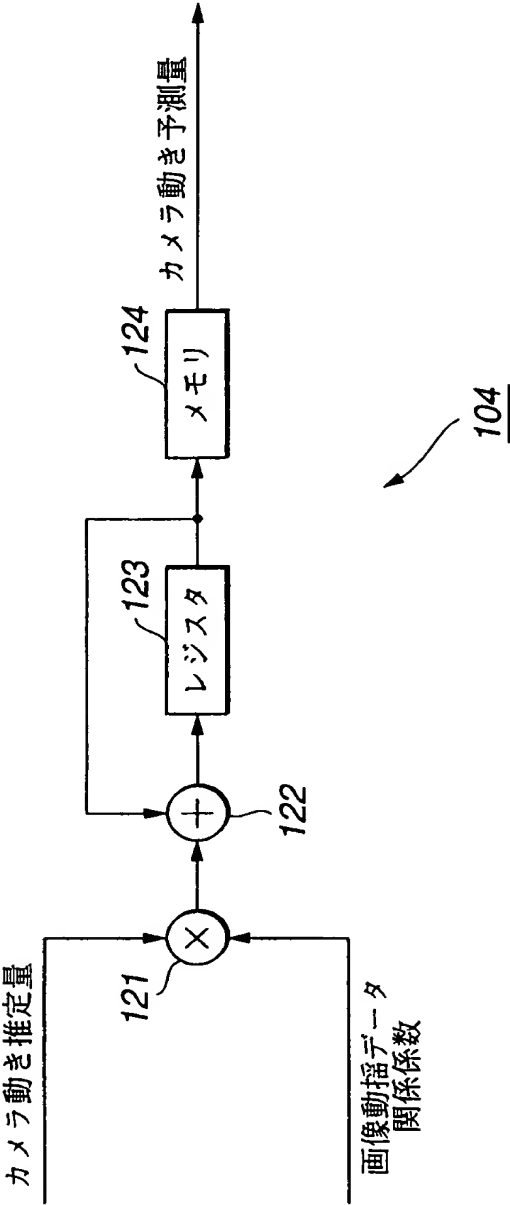


FIG.20

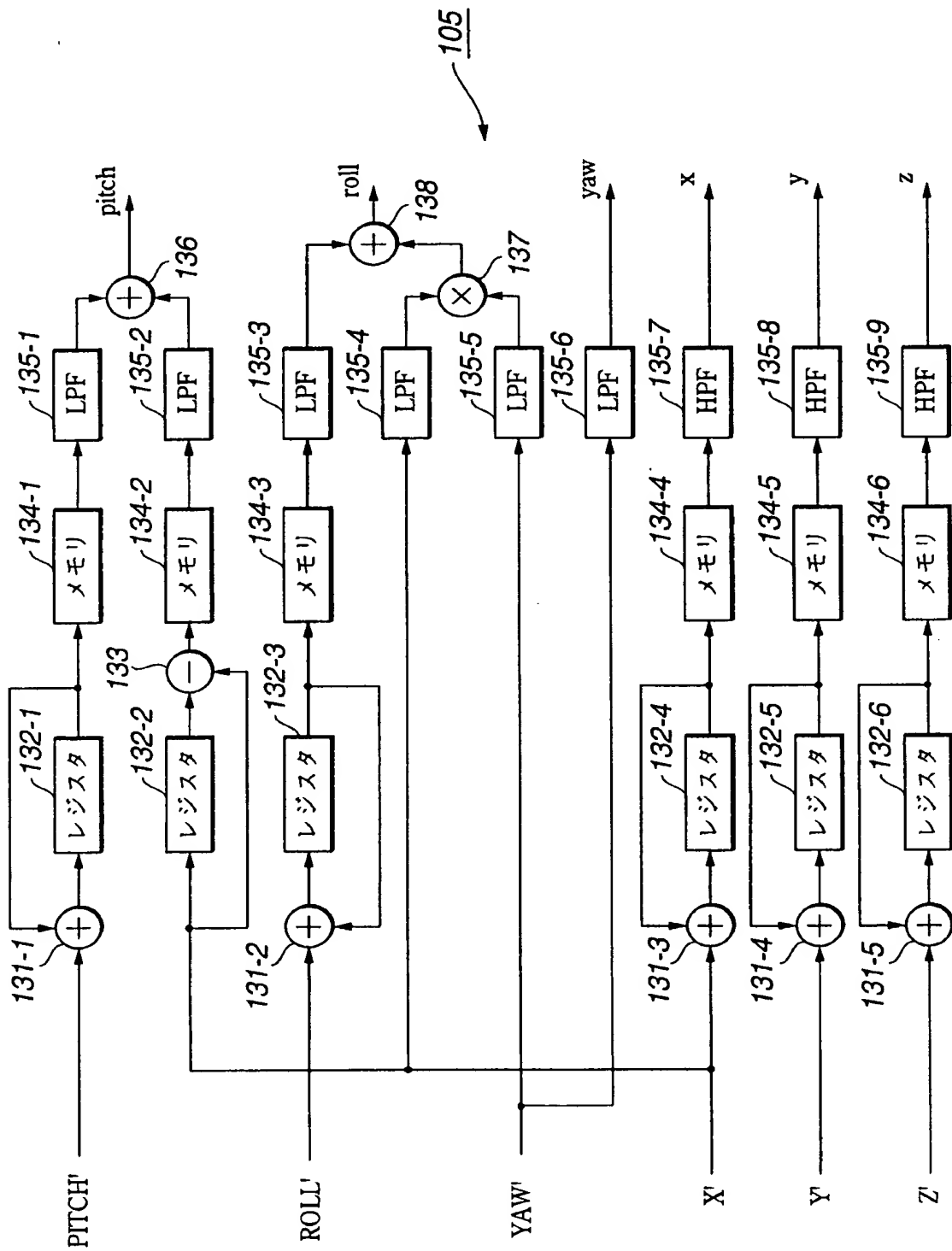


FIG. 21

20/23

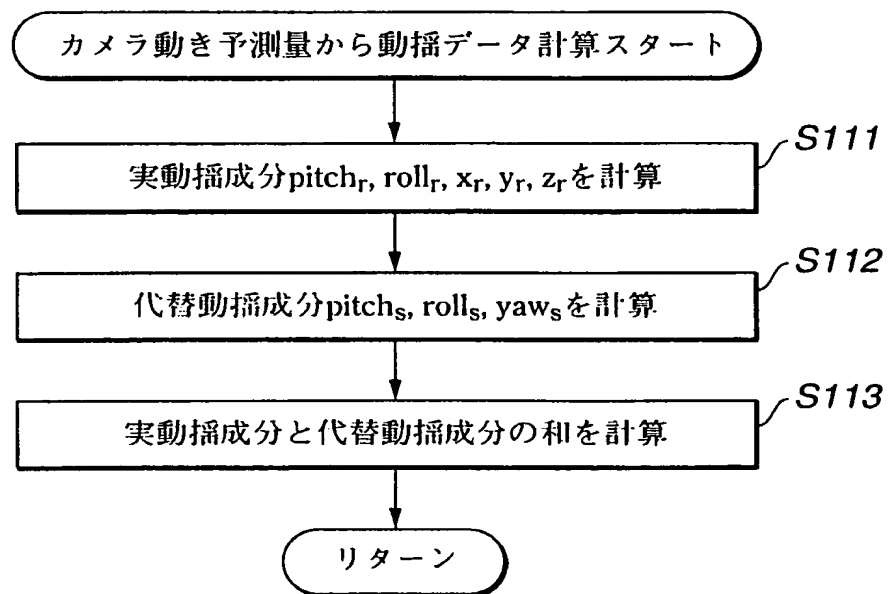
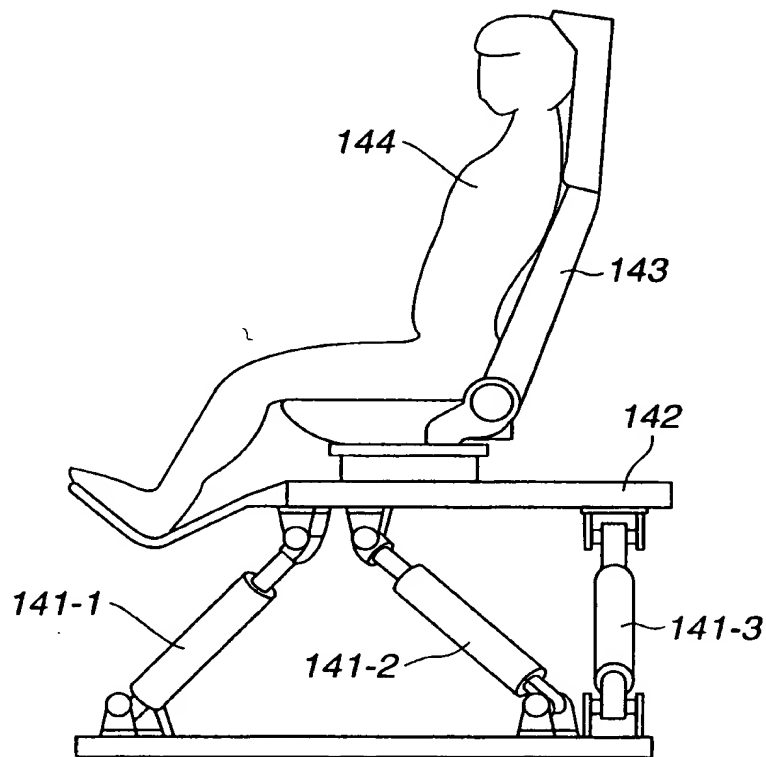


FIG.22

21/23

**FIG.23**

22/23

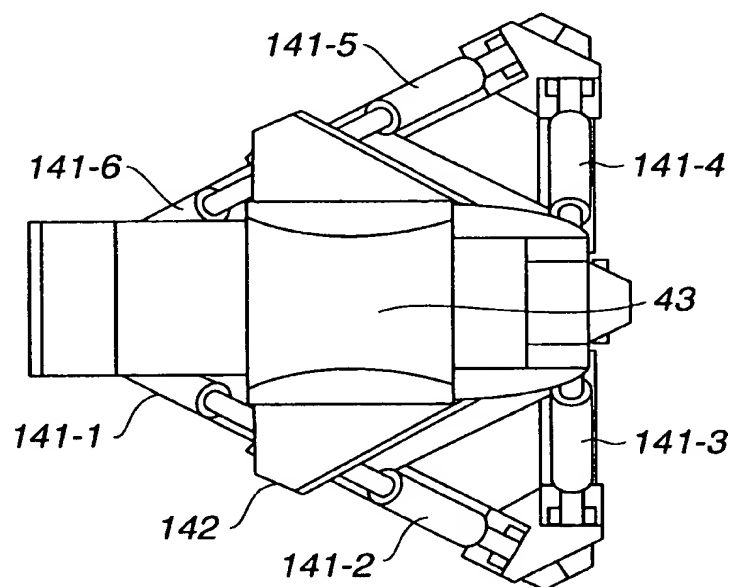


FIG.24

23/23

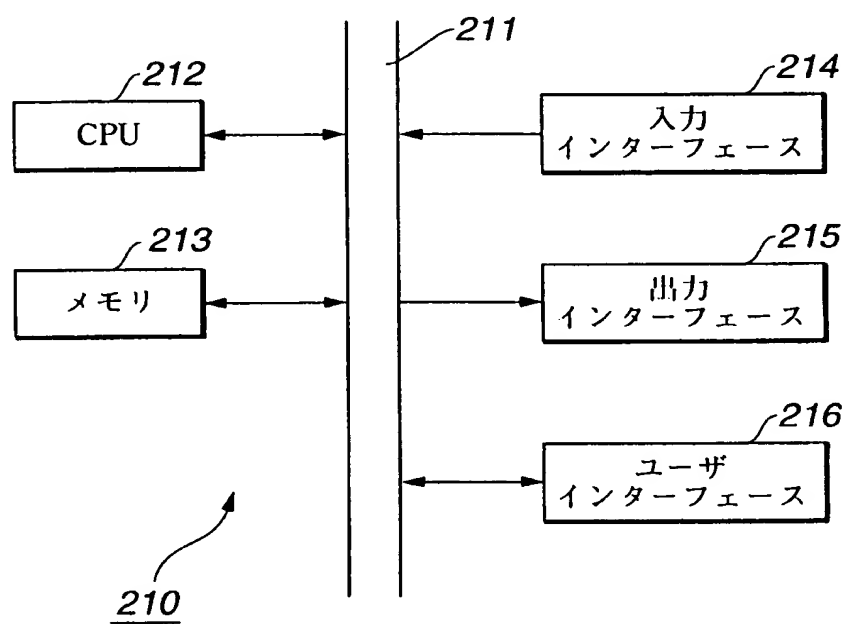


FIG.25

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/03039

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ G06T 7/20, G09B 9/00, H04N 7/18

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ G06T 7/20, G09B 9/00-9/56, H04N 7/18,
H04N 5/232, G03B 5/00, A63F 13/08,
A63G 31/00-31/16

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2000
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2000 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2000

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

JICST FILE (JOIS)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US, 5701522, A (Nikon Corp.), 23 December, 1997 (23.12.97) & JP, 7-20521, A	1-63
A	US, 5107293, A (Canon K.K.), 21 April, 1992 (21.04.92) & EP, 358196, A1 & JP, 2-75284, A	1-63
A	JP, 10-150595, A (Sony Corporation), 02 June, 1998 (02.06.98), Fig. 1 (Family: none)	1-63
A	JP, 4-58978, A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 25 February, 1992 (25.02.92) (Family: none)	1-63
A	US, 5364270, A (Pioneer Electronic Corp.), 15 November, 1994 (15.11.94) & EP, 525961, A2 & JP, 5-3968, A	2-5, 23-26, 44-47

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.
 ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search
15 June, 2000 (15.06.00)Date of mailing of the international search report
27 June, 2000 (27.06.00)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/03039

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP, 5-265372, A (Ishikawajima-Harima Heavy Industries Co., Ltd.), 15 October, 1993 (15.10.93) (Family: none)	2-5, 23-26, 44-47
PA	JP, 11-153949, A (Sony Corporation), 08 June, 1999 (08.06.99), Figs. 1, 2 (Family: none)	1-63

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JPO0/03039

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G06T 7/20, G09B 9/00, H04N 7/18

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G06T 7/20, G09B 9/00-9/56, H04N 7/18,
H04N 5/232, G03B 5/00, A63F 13/08,
A63G 31/00-31/16

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2000年
 日本国登録実用新案公報 1994-2000年
 日本国実用新案登録公報 1996-2000年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)
JICSTファイル (JOIS)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	US, 5701522, A (Nikon Corp.) 23. 12月. 1997 (23. 12. 97) & JP, 7-20521, A	1-63
A	US, 5107293, A (Canon K.K.) 21. 04月. 1992 (21. 04. 92) & EP, 358196, A1 & JP, 2-75284, A	1-63
A	JP, 10-150595, A (ソニー株式会社) 02. 06月. 1998 (02. 06. 98), 図1 (ファミリーなし)	1-63

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 15. 06. 00

国際調査報告の発送日 27.06.00

国際調査機関の名称及びあて先
 日本国特許庁 (ISA/J P)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)
 松浦 功

5H 9181

印

電話番号 03-3581-1101 内線 3531

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP, 4-58978, A (三菱重工業株式会社) 25. 02月. 1992 (25. 02. 92) (ファミリーなし)	1-63
A	US, 5364270, A (Pioneer Electronic Corp.) 15. 1 1月. 1994 (15. 11. 94) & EP, 525961, A2 & JP, 5-3968, A	2-5, 23-26, 44-47
A	JP, 5-265372, A (石川島播磨重工業株式会社) 15. 10月. 1993 (15. 10. 93) (ファミリーなし)	2-5, 23-26, 44-47
PA	JP, 11-153949, A (ソニー株式会社) 08. 06月. 1999 (08. 06. 99), 図1、図2 (ファミリーなし)	1-63